山西大学
科学技术哲学译丛

H. M. Collins

Changing Order

Replication and Induction in Scientific Practice

改变秩序

科学实践中的复制与归纳

【英】哈里·柯林斯 著
成素梅 张帆 译



上海科技教育出版社



山西大学
科学技术哲学 译丛

隐喻
语言与因特网
科学哲学指南
科学之话语
认知科学哲学导论
最佳说明的推理
物理定律是如何撒谎的
命名和指称
改变秩序

改变秩序

本书立足于科学社会学的视角，探索了科学家得出实验结论的内在机制。从日常生活中的简单事例着手，分析了规则的社会基础；借助于隐喻方法，揭示了理性主义的科学哲学所遇到的困难以及把可复制性作为科学知识的客观性基础的不可能性；通过对复制 TEA 激光器等三个具体案例的跟踪考察，剖析了科学家在重复科学实验时潜存的实验者回归现象和相对主义经验纲领的三个阶段，并论证了科学家结束科学争论的社会机制和科学政治学的思想。

哈里·柯林斯(1943—)，科学知识社会学的巴斯学派的创立者，现为英国卡迪夫大学社会学教授。著有《人工专家》、《勾勒姆》、《引力的阴影》等。



上架建议：自然科学总论
ISBN 978-7-5428-4425-5
9 787542 844255 >
易文网：www.ewen.cc
ISBN 978-7-5428-4425-5/N·730
定价：39.00 元

山西大学
科学技术哲学 译丛



H. M. Collins

Changing Order
Replication and Induction in Scientific Practice

改变秩序
科学实践中的复制与归纳

【英】哈里·柯林斯 著
成素梅 张帆 译

 上海科技教育出版社

Changing Order: Republication and Induction in Scientific Practice
With a new Afterword
by H. M. Collins

责任编辑 王世平 蔡洁 装帧设计 汤世梁

山西大学科学技术哲学译丛

改变秩序

——科学实践中的复制与归纳

[英]哈里·柯林斯 著

成素梅 张 帆 译

出版发行：上海世纪出版股份有限公司
上 海 科 技 教 育 出 版 社
(上海市冠生园路393号 邮政编码200235)
网 址：www. ewen. cc
www. sste. com
经 销：各地新华书店
印 刷：上海新华印刷有限公司
开 本：690×970 1/16
字 数：260 000
印 张：16
版 次：2007年12月第1版
印 次：2007年12月第1次印刷
印 数：1－3000
书 号：ISBN 978－7－5428－4425－5/N·730
图 字：09－2005－539号
定 价：39.00元

译者序

哈里·柯林斯是国际知名的科学知识社会学家，科学知识社会学的巴斯学派的创立者，现任英国卡迪夫大学(Cardiff University)社会学资深教授，“知识、专业知识与科学研究中心”(KES)主任。他著作颇丰，论文的引证率也很高，并于1995年荣获美国罗伯特·K·默顿图书奖。我与柯林斯的第一次接触是在2004年的暑假。当时，为了了解西方科学哲学的研究与发展动态，我受教育部人文社会科学研究基地山西大学科学技术哲学研究中心的资助，来到英国剑桥大学科学史与科学哲学系和李约瑟研究所访问。剑桥凉爽而舒适的夏季气候和富有浪漫诗意的自然风光让我渡过了一个不平凡的暑假。李约瑟研究所提供的方便而温馨的办公条件、剑桥大学图书馆里享用不尽的藏书，以及跟科学史与科学哲学系现任系主任利普顿(Peter Lipton)教授的多次讨论，更是实质性地丰富了我在国外的学术生活。在此期间，为了进一步了解英国科学知识社会学的发展情况，我专程拜访了哈里·柯林斯教授。虽然一个小时的谈话很快就结束了，但是，他那敏锐、坦诚而富有幽默感的谈话内容却给我留下了很深的印象。

《改变秩序》一书于1985年第一次出版，1992年再版，现在的这个中文版本是根据1992年的英文版翻译的。柯林斯的学术观点主要是在维特根斯坦的后期哲学与库恩的范式论思想的启发下，在超越爱丁堡学派的学术带头人布鲁尔(David Bloor)倡导的“强纲领”的基础上，在长期跟踪观察复制TEA激光器与探测引力波等具体实验案例的实践过程中逐步形成，并围绕“相对主义的经验纲领”(empirical programme of relativism)和“实验者回归”(experimenter's regress)等思想展开。在本书中，他先剖析了秩序与规则的神秘性，揭示了实验复制过程中的社会因素，然后借助于具体的实验案例逐步地论证了构成“相对主义的经验纲领”的三个阶段：其一，科学家对实验结果的解释是在现实社会中进行的，因而是多元的；其二，科学实践中的

社会因素构成了限制解释的灵活性的制约机制，从而使科学争论趋于结束；其三，限制科学争论的制约机制是与更广泛的科学文化与社会网络联系在一起的。最后，柯林斯基于对科学的“算法模型”和“文化适应模型”的比较与阐述，进一步论述了技能共同体、科学政治学、科学教育与公共咨询等问题。柯林斯围绕探测引力波案例的科学争论总结出的关于科学共同体的核心层的分析，在他后来出版的《引力的阴影》(*Gravity's Shadow*)一书中作了更加详尽的阐述。

柯林斯的“相对主义的经验纲领”产生了很大的学术反响，受到了来自多方面的褒贬不一的评论。在巴斯学派内部，柯林斯的追随者除了继续在这个纲领的指导下考察与研究其他的实验案例之外，还把它推广应用到技术建构论的领域。科学哲学家劳丹(Larry Laudan)则站在自然主义的立场上对此进行了批评。劳丹认为，柯林斯把相对主义与经验主义混合在一起是自相矛盾的。一方面，经验主义的前提假定，我们的科学理论与科学信念一定是建立在有效证据的基础之上的，关于科学的先验推测应该让位于详细的经验案例研究；另一方面，强的相对主义则主张，我们关于自然界的信念在很大程度上是独立于世界的。这两种观点很难结合在一起，柯林斯是打着相对主义的旗帜，干着经验主义的事情，是在同时拥护两种不可调和的观点。除此之外，他的实验者回归的观点也受到了实验物理学家的批评。

关于科学知识社会学，公认有三个学派：一是以布鲁尔为代表的爱丁堡学派，二是以拉图尔为代表的巴黎学派，三是以柯林斯为代表的巴斯学派。前两个学派的代表作已经翻译出版，《改变秩序》是柯林斯的代表作，本书的出版无疑有助于国内学术界真正了解巴斯学派的观点。柯林斯曾于2005年4月5日至12日应邀访问山西大学科学技术哲学研究中心，并作了三次学术报告。我们经柯林斯授权，把报告内容翻译整理后以“社会时空中的真理、专业知识和科学”为题刊发在《科学技术与辩证法》杂志2005年第4期。在此期间，我对他进行了一次学术专访，访谈内容以“科学知识社会学的宣言”为题刊发在《哲学动态》杂志2005年第10期。为了有助于国内学术界进一步了解柯林斯的思想，本书还把他在山西大学的三次学术报告与访谈作为《改变秩序》中文版的附录增加了进来(见书末)。

本书是我与我的硕士研究生张帆共同翻译的。在历时一年之久的翻译与定稿过程中,柯林斯本人曾给予许多帮助,山西大学科学技术哲学研究中心的邓蕊博士和上海科技教育出版社的编辑王世平、蔡洁做了许多具体的工作,从而最大限度地弥补了译者的翻译缺陷。在本书即将付梓之际,我对他们的无私奉献深表谢意。由于本书涉及面很广,而我们的学识与翻译能力有限,书中一定有许多不足之处,真诚地希望读者提出批评。

成素梅

2007 年 5 月 6 日

对 1992 年版的说明

第 2 版除了更正了许多严重的打印错误与拼写错误之外，完整地保留了原文的主要部分；在参考文献中补充了某些曾经被忽略掉的条目，并进行了其他一些修订。此外，还增加了一个新的“结语”。

本书的第 1 版已经引起了广泛的讨论，我很感激评论者们对它认真而持久的评论。因为这些批评非常独特，一个易于理解的回应应该是一系列不连贯的论证。此外，本书已经回应了某些详细的批评，比如，布朗(James Brown)建议，故意保密(deliberate secrecy)能够说明研究激光器的科学家所遇到的交流困难，而一些哲学上的批评，比如，巴恩斯(Barry Barnes)对第 1 章中的归纳论述的讨论，并没有影响到本书的主要论点。对于这些评论者来说，一个一致性的问题是方法论的相对主义(methodological relativism)，而这个问题过去和现在一直在其他场合争论不休。于是，当我对少数的评论给出直接的回应时，立足于科学知识社会学领域内近年来某些更固执的争论语境，构思了一个相当篇幅的“结语”补充到本书当中。

这个“结语”是独立的，它有自己的文献注释，而且在索引中没有提到。

巴斯大学

1991 年 11 月

序言与致谢

这本书表明，小船是如何驶入瓶子里，又如何驶出来的。在这里，小船就是知识，瓶子就是真理。知识之所以像小船一样，是因为船一旦驶入真理的瓶子里，看起来好像它就只能呆在瓶子里，决不可能再驶出来。既然秩序与知识是同一枚硬币的两面，因此，改变知识就是改变秩序。本书对科学知识进行一种案例研究。

我于20世纪70年代初开始研究这些主题，不过，本书所包括的观念和进路可追溯到我从一开始便受到的社会学教育，我的感激之情也可相应地追溯到很远。[1] 其中，最应该感谢的是我的朋友和第一位社会学老师——休斯(Reg Hughes)，他为我提供了这个活跃的主题。后来，我有幸在埃塞克斯大学遇到了一群研究生和教师，他们进一步激发了我对哲学与方法论基本问题的好奇心。然后，我在巴斯大学的同事中遇到了一种鼓励多元主义的氛围，更不用说面对高涨热情时的那种神圣的宽容态度。

仅就本书而言，我要感谢我在普林斯顿大学科学史项目方面的朋友们，他们对我完成本书的初稿提供了精神空间和物质空间。我还要感谢巴恩斯(Barry Barnes)、考克斯(Graham Cox)、埃奇(David Edge)、平奇(Trevor Pinch)、夏平(Steven Shapin)、特拉维斯(David Travis)、古丁(David Gooding)、伦纳德(Alice Leonard)对部分手稿的研读与评论。特别是，最后两位不计报酬的令人满意的工作，使我排除了严重的哲学和文体方面的差错。书中还余留的错误，则完全由我自己负责。[2]

我也要感谢哈里森(Bob Harrison)，他多年来一直忍受我作为一名业余的激光器建造者，并成为一名社会学的牺牲品。德雷珀(Bob Draper)和梅特卡夫(Dick Metcalfe)帮我做了第5章描述的关于植物情感生活的实验。

谢拉德(Elizabeth Sherrard)和斯韦比(Sandra Swaby)努力运用新的文字处理程序为我处理了原稿的许多草图。出版商塞奇(Sage)对书稿进行了

适当而快速的处理——在学术出版界的出版质量是毫无疑问的——伯内特(Farrell Burnett)尽心尽力的编辑是非常有价值的。最后,我感谢派恩(Pat Pyan)对我的安慰和支持,以及我的两个孩子,乔(Joe)和莉莉(Lily)在整个严峻考验中给我带来的快乐。

巴斯大学

1984年9月

总　序

传统的科学哲学研究进路是由逻辑经验主义奠定的。逻辑经验主义作为第一个成熟的科学哲学流派，首先基于经典科学的研究模式，在拒斥形而上学和区分理论陈述与观察陈述的基础上，赋予观察事实纯客观的优势地位。之后，观察渗透理论的观点和非充分决定性论题的提出，极大地弱化了观察事实在证伪或证实理论以及理论选择过程中所起的决定性作用；历史主义学派的观点更是有说服力地突出了形而上学和科学共同体在科学活动中的重要地位。

自20世纪70年代以来，一方面，科学哲学研究的突出特点明显地表现为，在保证科学理性和科学进步的前提下，更多地强调了社会因素与心理因素在科学方法论中的作用与意义，集中讨论科学目标、科学进步、科学成功、科学手段、科学成果、理论建构、理论与观察、理论与经验、理论实体的本体性等问题，体现为各种形式的科学实在论、非实在论与反实在论之间的激烈争论。这些争论既代表了当代科学哲学研究的主流方向，同时，也面临着在自身原有的框架内无法解决的内在矛盾。

另一方面，随着科学知识社会学的兴起，一批人文社会学家开始运用社会学与人类学的方法，对产生科学知识的理性基础与科学认知活动的客观性前提提出了实质性的质疑。他们通过对自然科学家的实验室活动的跟踪与观察分析，运用社会学与人类学的术语重新解释科学事实、科学知识、科学的客观性等基本概念，并且极端地否定了科学知识的认识论本性。他们认为，传统科学哲学的发展所依靠的是错误的归纳主义和基础主义的认识论，一旦摧毁这些基础，那么，科学哲学就无法达到自己的目标，其命运必然是：要么被遗弃，要么至少在适当的社会学与人类学的框架内得以重新建构。

当代科学哲学研究的这些基本走向在整体上主要体现为科学解释学与科学修辞学的转向。问题在于，科学解释学在重申了被科学语言学所抛弃的关于真理和有效性的认识论问题的同时，却把科学降低为一种形式的文化实践。因为解释实践的过程，并没有提供关于客观性和真理等认识论概

念的参照基础，这样，当科学哲学家追问解释的有效性和解释的范围等问题时，就无法确定一种解释的适当性或真实性。解释学转向所带来的解释的普遍性和解释的语境论特征，使真理成为相对于某种解释循环的概念。由于解释总是在蕴藏社会因素的信念背景下或语境中发生的，因此，必然会注入与权力和控制相关的政治因素，很容易走向相对主义。科学修辞学转向主要关注科学文本及其形成、表达与传播中的社会学、解释学或交流等方面的问题，试图通过研究科学话语与科学争论来理解科学的认知价值。但是，修辞过程中存在的劝导因素很容易忽视理性逻辑，显著地突出非理性因素的作用，因而同样无法避免走向相对主义。

从方法论意义上看，以科学的客观性和理性为基础的科学哲学研究路径，以及对科学实在论的辩护，将面临各种不同形式的相对主义科学观的挑战。20 世纪 90 年代围绕"索卡尔事件"展开的学术争论已经彻底暴露出科学主义与人文主义之间的直接冲突。面对矛盾与冲突，科学哲学的研究究竟应该如何摆脱困境，如何切实把科学哲学与科学史、科学社会学、科学心理学等相关学科结合起来，阐述一种科学家的科学哲学，或者说，大科学时代的真科学的科学哲学，而不是以逻辑为基础的科学哲学（逻辑实证主义），也不是单纯以科学史为基础的科学哲学（内在论），更不是人文社会学家所阐述的科学哲学（外在论），或者说，不是科学叙事的科学哲学？

首先，需要寻找一个新的研究范式或研究基点，才能够将更广泛的背景融合一起，在理性科学观与非理性科学观之间架起桥梁，达到更本真地理解科学的目的。这既是当代主流科学哲学研究的一项主要任务，也是我们承担的教育部社会科学研究重大课题——"当代科学哲学发展趋势研究"攻关项目所要解决的核心问题。

我们认为，本项目的研究除了组织国内外的学术力量进行联合攻关，形成中国科学哲学的研究特色之外，为了进一步发挥我们的学术优势，弘扬优良的学术传统，以积极的姿态推进中国科学技术哲学的学科建设，以严谨的学风规范中国科学哲学的学术耕耘，远离浮浅时髦的学术宣扬，以兼收并蓄、扎实稳固的开拓创新精神促进中国科学哲学的繁荣与发展，我们还有义务引进、翻译代表西方科学哲学最新进展的优秀著作，实质性地推动我国科学哲学的教学与研究迈上新的台阶。这正是我们与上海科技教育出版社合作共同推出"山西大学科学技术哲学译丛"的初衷所在。

在丛书即将付梓之际，作为丛书的组织者，有许多发自肺腑的感谢之

言。首先,感谢每一本书的原作者,他们中的不少人曾对译者的翻译工作提供了许多方便;其次,感谢每本书的译者,他们以认真负责的态度和严谨的学风按时完成了翻译工作;第三,感谢上海科技教育出版社的潘涛博士和侯慧菊女士,他们作为本套丛书的总策划者,为丛书的出版付出了许多心血;第四,感谢每一本译著的责任编辑,他们的工作最大限度地弥补了译者翻译上的缺陷;第五,感谢丛书的编委会成员,他们的学术声誉与长期以来对"山西大学科学技术哲学研究中心"工作的大力支持,极大地促进了本中心的发展。

郭贵春　成素梅

2006 年 6 月 1 日

本书受教育部2004年哲学社会科学研究重大课题攻关项目“当代科学哲学的发展趋势研究”(04JZD0004)和国家教育部人文社会科学重点研究基地——山西大学科学技术哲学研究中心基金资助

内容提要

本书立足于科学社会学的视角，探索了科学家得出实验结论的内在机制。首先，基于对怀疑主义和归纳问题的考察，从日常生活中的简单事例着手，分析了规则的社会基础，论证了规则是社会群体的特性，是随着群体的变化而变化的，而且，就像在日常生活中没有私人规则一样，在科学中也没有私人发现；其次，借助于隐喻方法对复制的经验模型进行了阐述，揭示了理性主义的科学哲学所遇到的困难以及把可复制性作为科学知识的客观性基础的不可能性；然后，通过对复制 TEA 激光器、探测引力波辐射和灵学实验三个具体案例的跟踪考察，剖析了科学家在重复科学实验时潜存的实验者回归现象和相对主义经验纲领的三个阶段，并在科学文化与社会网络的大背景下，论证了科学家结束科学争论的社会机制和科学政治学的思想。本书是系统地阐述科学知识社会学的巴斯学派立场的代表作。

作者简介

哈里·柯林斯(Henry M. Collins),1943年生于英格兰,1981年获博士学位。柯林斯是科学知识社会学的巴斯学派的创立者,现为英国卡迪夫大学社会学教授,知识、专业知识与科学研究中心(简称KES)主任,曾在四十多个国家进行过学术访问与工作。柯林斯的研究领域主要包括对科学知识本质的研究、对科学的公众理解的研究、对技能与专业知识本质的研究、对人工智能及人与机器的关系的研究、对医学知识与技能的研究、对科学教育的研究、对引力辐射的长期跟踪研究等。他已出版著作十多本,发表论文百余篇。1995年柯林斯的《勾勒姆:人人应知的科学》一书获美国社会学协会(American Sociological Association)授予的罗伯特·K·默顿图书奖,1997年获科学的社会研究学会(Society for Social Studies of Science)授予的J·D·贝尔纳奖。其代表作主要有:《改变秩序》(1985)、《人工专家:社会知识与智能机器》(1990)、《引力的阴影:对引力波的探寻》(2004)等。

中文版序

很高兴看到我的著作被翻译成中文出版，在此，我对译者表示真挚的感谢！我真希望我有能力阅读中文版的成书。本书英文版是在20多年前出版的，看到它经受住了时间的考验是令人欣喜的。我十分满足地说，这本书的英文版至今一直被作为大学高年级的教材来使用，而且，在研究性出版物中，它还得到了频繁的引用。我相信，除非你能够理解复制科学实验的社会本质，否则，你不可能理解科学的社会本质。如果实验结果能够被某类"自动的"、不可错的过程(infallible process)所确证，那么，科学将不是一项社会事业。

尽管自从《改变秩序》一书首次出版以来，我已经撰写了大量的著作和文章，但是，我不会改变本书中所论证的观点。我对其中有些案例进行了更长时间的探索，例如，对引力辐射探测案例的研究一直坚持至今。2004年，芝加哥大学出版社出版了我对这个故事的最新阐述，书名为《引力的阴影》(*Gravity's Shadow*)，长达870页。这本书对人们复制的方式和不能复制的发现与发表的结果进行了许多更详细、更新的分析，不过，这些分析丝毫没有表明《改变秩序》是错误的。也许，《改变秩序》一书中提出的"证据文化"(evidential culture)的新观念，是支撑复制概念(notion of replication)的最重要的新的分析。

关于意会知识(tacit knowledge)的概念，我也做了许多新的工作，其中最重要的工作是论证智能机器究竟能否达到人的能力。当然，这种研究思路正是在《改变秩序》一书中预想到的。或许，我于2001年在《科学的社会研究》(31卷1期71－85页)发表的"意会知识、信任和蓝宝石的质量指标"一文中增加了对《改变秩序》一书中的意会知识的最有意义的分析。这篇论文在方法上非常类似于TEA激光器的研究，它试图把意会知识概念分解为不同的分量，但它处理的是不同的案例。目前，我正在设法把我所撰写的关于意会知识的不同文章汇集成书。

自《改变秩序》一书出版以来，上面提到的那些工作的几乎所有新进展都能够从下面的两个网址中找到：

www. cf. ac. uk/socsi/expertise
www. cf. ac. uk/socsi/gravwave

哈里 · 柯林斯
2007 年 4 月 30 日于卡迪夫

目　录

导　言

[在特隆(Tlon)中]有由两类条件构成的客体,一种是可视性,另一种是可闻性:冉冉升起的太阳的颜色和远处小鸟的叫声。也有多条件的客体:游泳者胸前的太阳和水;我们闭上眼睛想象将要凋谢的玫瑰花的颜色;被河流还有梦乡所萦绕的感觉……

——博尔赫斯(Jorge Luis Borges),《特隆、乌克巴尔、奥比斯·特蒂乌斯》(*Tlon*, *Uqbar*, *Orbis Tertius*)

在最近十年内,社会学家、历史学家和哲学家已经开始把科学作为一种文化活动而不是确定的知识集合来进行考察。这种研究理念对许多专家学者都很有意义,因为当以这种方式思考问题时,科学的人文社会学研究(the study of science)* 向我们讲述了一个把文化作为整体的故事——同时,这种新视角澄清了科学的专业知识所起的作用。对于专家学者和所有以科学研究为生的人来说,这些思想很重要,这促使我试着提供一个通俗易懂的说明,同时也做出了技术性的贡献。因此,我设法把主要文本撰写成对本书感兴趣并具有自然科学、社会科学、科学史的某些知识或者哲学知识的人都可理解的一种形式。我还补充了一篇"附言"[第7章],以便更清楚地交代本书所涉及的内容。

为了不增加正文的篇幅和保持文字的可读性,我在一些章节中更多地使用了推论性的注释,其中大多数注释篇幅较长。我希望对此感兴趣的非专业读者能借助于注释来理解正文。有些注释纯粹是为专家所加注的,我用上角处的圆括号标注——像这样(56)。此外,我还搜集了一些技术性的资料,普通读者可能对这些资料不感兴趣,因此,我把它们简单扼要地放到了方法论的附录中。

---

* "the study of science"直译是"科学研究",考虑到中文语境中的"科学研究"主要指自然科学家的工作(scientific research),因此,为了有所区分,本书把"the study of science"意译为"科学的人文社会学研究"。——译者

完成本书需要付出的努力首先是从内心超越常识的束缚。如果将我们所感知的世界秩序(orderliness)看成是非凡而神秘的人类成就的话,那么,我们的文化环境——日常世界——就变成一个奇怪的场合。在本书中,我试图通过介绍来自哲学上的怀疑主义(philosophical scepticism)的问题,促使读者转变意识。结果就是一种形式的"相对主义"(relativism)——令许多人感到恐惧的一个术语和一种哲学。但是,这种形式的相对主义是一片令人神怡的林间通道,它就在我们日常乘坐的轨道列车那可感知的铁轨附近。实际上,相对主义的林间通道式的不同小径,也能引导至铁路到达的大多数目的地。然而,它们不是以完全相同的预定方式进行引导:一条林间小径所带来的探索具有可选择的路线,而且,与一条铁路相比,它提供了更加广泛的风景供人选择。

第1章计划开阔思路,探索秩序在概念和社会生活中的基本问题。它表明我们的概念和社会约定是相互加强的—— 正如在网络中那样——这解释了保持秩序的原因所在。在"生活方式"当中,概念和约定是"联合确立"(jointly entrenched)的。后面几章的经验研究讨论变化问题。第1章的推理揭示了概念的秩序与变化的基本问题如何导致了在制造智能机时所遇到的大家熟知的困难。

第2章考察了科学的排序原理(science's ordering principle)——观察和实验的可复制性(replicability)。我用了《银河系免费旅行指南》(*The Hitch-Hikers Guide to the Galaxy*)中的一个隐喻:把地球看成是由"老鼠哲学家"(philosopher-mice)所建造的一台计算机。我们能够看到,当把科学作为一个整体看成一台大型计算机时,再现了第1章讨论的智能机问题。特别是,似乎不可能构造出一个计算机式的"算法",来确保实验的复制(experimental replication)总能为新出现的有争议的自然现象提供一个可靠的检验。

第3章、第4章和第5章叙述了主要的现场研究(field studies)。这些研究严谨地考察了科学家在设法重复对方工作时的科学细节:建造激光器——一个相对简单的科学事例,探测引力辐射——一个非常前沿的研究领域,以及"植物的秘密"和"心灵致动"(mind-over-matter)——超心理学的领域。第4章基于对引力波的探测,总结出一个专门的附录。

这3章的主要论证突出比较了在这些领域内科学结果的复制过程。这种比较将揭示出存在着我所说的*实验者回归*(experimenters' regress)。这是一个悖论,它源于希望用复制来检验科学知识断言的真理性的那些人。问

题在于，既然实验是一个技能实践的问题，因此，永远无法弄清楚第二次实验是否做得足够好，是否能算做对第一次实验结果的一种核实；有必要进行进一步的检验来检测第二次实验的质量，如此等等。

第4章和第5章总结性地讨论了科学家为了避开实验者回归，设法直接检验实验质量的多种方式。第4章讨论了校准仪器的过程，第5章中运用了替代现象（surrogate phenomena）。为了解决困难，这些“检验的检验”（tests of tests）的失败表明，需要进行进一步的“检验的检验的检验”等——一个真正的回归。

第6章集中讨论了第2章、第3章、第4章和第5章的论题，并阐明了第1章提出的感知秩序问题的含义。我揭示了个体科学家在广泛的社会中如何受到了建制网络的束缚，我也力图证明这一切又如何限制了研究的选择和实验台上的实验结果。在概念领域内我探讨了稳定性的起源，讨论了“改变秩序”的途径与问题。在讨论的过程中，我提出了有关实验的许多命题，开头的十个命题很容易在第6章的第一页中找到。

“附言”讨论了本书对科学教育、科学政策问题、法学、公共咨询所具有的更广泛的含义，以及在民主社会制度下对科学鉴定的重要作用。它包括了一些事例，这些事例说明了对科学变化的理解方式是怎样揭示政治过程的内幕的。接下来是一个方法论附录。

可能有人认为，第3章、第4章和第5章中进行比较的科学事例是根据奇怪的原则筛选出来的。毕竟，存在一个不是用来“检验”结果的与技术密切相关的案例——TEA激光器；存在一个来自理论物理学的核心传统的科学案例，尽管人们运用了前沿技术并得出了某些出乎意料的结果——引力波的探测；还有两个超心理学的例子，其中之一是根据植物的精神生活，通过人们所说的“边缘人的边缘人”（marginal man's marginal man）所举的例子。从能明确地区分“真”科学和“伪”科学的观点来看，这些称得上奇异之事。从本书的观点来看，它们却不足为奇。相对主义的态度要求，确立知识的分析方法不能从一开始就受到判断真假的常识标准的束缚，这需要有天真的怀疑平常确定性的自我意识。

之所以选择这三个科学实践的例子进行比较，是因为它们代表了我所说的科学的“三个阶段”中的两个阶段。这三个阶段是“革命”阶段、“反常”阶段和“常规”阶段。在革命阶段，学科的整个概念结构发生了大规模的普遍变化。归功于库恩（Kuhn，1962）的这种思想已经成为激烈争论的

哲学主题，本书不讨论这个问题（但可参见 Collins and Pinch，1982）。另一方面，很容易辨认出反常阶段。这里只有更小规模的争论。当所提出的陈述与盛行的传统不一致时，这种争论就产生了。暴风雨过后，所剩下的就是“常规”阶段（用库恩的话说，是另一个争议较少的阶段）。实际上，几乎所有的科学都是在这个阶段完成的。这里的案例研究代表了常规阶段（TEA 激光器）和反常阶段（引力波和超心理学）。超心理学研究也许具有原始革命的性质，它一定比引力波的故事更偏离正统的中心。

我们将会看到，根据围绕着可复制性断言的论证结构来看，本书所揭示的关于超心理学和引力波的争论，看起来彼此十分类似，而两者都完全不同于 TEA 激光器的案例。因此，如果比较如此不同类型集合的科学活动事例会有点古怪的话，那么，TEA 激光器更是奇特无比！这标志着本书的视角与考察科学的较正统方式之间的区别所在。在早期的视角中，把超心理学看成古怪之物，因为它位于主流科学的边缘，也因为另外两个案例来自物理学，而它却是研究有生命的主体。但是，正如第 3 章、第 4 章和第 5 章将要揭示的，重要的维度并不是科学主题，而是科学主题所代表的科学阶段。

第1章　感知之谜与秩序

几年前曾上演了一部电视短剧《蒙蒂·派松的飞行马戏》(*Monty Python's Flying Circus*)，描写了一本容易引起误解的常用匈牙利语手册。* 在这本手册中，把匈牙利语"我可以拿一盒火柴吗?"误译为英语"我喜欢你那美丽的大腿"，把英语里的"适当回绝"误译为匈牙利语"你的眼睛如粼粼池水"。这本常用手册把一位高个子的匈牙利人和温和的烟草商之间的正常交易，误译为激烈的争吵。该手册把无序(disorder)引入了参与者所期望有序进行的日常交往当中。

没有秩序(order)，就没有社会。沟通及最广泛意义上的整个文化，取决于人类观察相同事物的能力和以同样方式对这些事物作出反应的能力。不同群体之间的感知与意义可能有所不同，但是，"群体"的存在确实依赖于其成员之间的一致性。事实上，存在着各种不同的群体、社会和文化，因此，也一定存在着感知与意义的大规模的一致性。

虽然这些一致性是基本的，但是，它们的产生方式与维持方式仍然是未解之谜。这些谜带来了哲学、语言学、社会学、人工智能和科学哲学的主要问题。在一个开放的环境中，具体的感知与理解似乎是很简单的人类行为，毋需刻意地考虑这种行为。本书将讨论产生这种具体感知与行为的方式，并通过关注科学家用一致的方式感知、描述和理解新自然现象的那种特殊方式来研究问题。本书还考察了这类共识的某些实例，并把这些实例作为形成和坚持更普遍的行为模式的典型案例。实地考察报告正如其认真关注的那样，是有意反省更深层次的文化问题。

困难在于，因为我们用这种草率的轻松方式处理具体的感知与行为，所以，它似乎不像是一种令人注目的成就。我曾经在其他地方(Collins，1975)提到，我们的日常感知像是装在瓶子里的小船。这些小船，即我们关于世界的部分知识，似乎是如此牢固地封装在它们有效的瓶子里，以至于很

---

* 蒙蒂·派松不是一个人名，而是指英国一个由六名演员组成的演出小组。——译者

难想象它们有朝一日会跑出来,或者,用什么诀窍把它们再装进去。我们的世界充满了装在瓶子里的小船,而且,只有极少数的人掌握了制造者把小船封入瓶中的技巧。与其他任何一种文化活动相比,科学更是把新船装入到新瓶中去的一项事业——即科学是一项创造新知识的事业。然而,即使在科学中,技巧也是如此常规化,以至于只有有心之人才能察觉这些诀窍,比如,在关于科学争论的案例中。因此,首要任务是从思想上摆脱想当然的观察方式,关注所建造的知识之船的来龙去脉。我用安全、合法和廉价的哲学怀疑主义来摆脱常识感知的束缚。

1.1 怀疑主义和归纳推理问题

怀疑主义源于我们为什么要预期未来像过去一样这类问题。为什么我们期望一系列有规律性的事件会延续下去呢?我们又是如何通过对过去所进行的规律性的推断,获得关于未来的证据呢?从过去可重复的有序事件推断出一般规则,被称为归纳。这样,怀疑主义产生了著名的"归纳问题"。[1]这是一个与"归纳推理"方法相关的哲学问题——对过去经验的概括——是确定的或可能的。然而,归根结底,怀疑主义关注一切类型的有规律性的感知。我所关注的不是我们对规律性的归纳如何在原则上是必然的,而是关注如何在实践中使这些规律性实际上成为必然的。这是一种关注焦点的转变,请允许我称之为对归纳问题的"社会学剖析"。实际上,与发现科学活动及日常活动的规则相关的许多基本问题,都是对这种实践难题的某种具体看法。

着手处理这个问题的最简单方法与标准的出发点,来自哲学家休谟(David Hume)的著作。休谟根据我们的因果性观念提出的问题是:一个事件——称之为"a"——例如,一个静止的球受到另一个球的碰撞,接着,第二个事件——"b"——被撞的球滚过这个桌面。我们往往会说,被撞的球是"被推动着"滚过桌面的,因为我们认为,它的运动是由碰撞所"引起的"。我们看到了像 a-b 一样频繁发生的事件序列,根据经验,我们确实看到并确信,第一个球是引起第二个球运动的原因。但是,假设这种 a-b 序列的规律性,只是一种长期的巧合,而不是一种因果关系,那么,我们将会如何理解这种差别呢?换言之,当我们看到两个球相碰撞时,是什么使我们把这种作用看成一种因果关系呢?即我们为什么相信它是连续的,而不认为是一种持续的巧合呢?对这个问题的回答是"无意义的"。那么,我们

为什么要把这种相互关系看成一种必然性呢？我们为什么会认为这样的相互关系包含了因果必然性呢？

人们通过思考我们不能以这种方式处理可重复事件的序列，进一步强化了这个问题的影响。例如，我们认为，准确的天气预报，并没有提供了一种原因，尽管在这种情况下，一个事件“a”，比如，读到“天将下雨”这样一句话，总是伴随着事件“b”——降水。当然，天气预报并不总是对的，但是，即使它会变得越来越准确，我们也不会对天气与天气预报之间的某种因果关系越来越感兴趣。最后，假如天气预报是完全准确的，我们马上倾向于把它归于预报员的“千里眼”(clairvoyance)，而不是天气预报的因果效应。再者，已有的有规律的序列似乎使我们相信，这些序列持续的时间越长，就越有可能被打破。例如，当玩轮盘赌的新手看到红色序列持续的时间越长时，就越来越倾向于为黑色下赌注。在这里，他们看到事件 A——轮盘的旋转，有规律地伴随着事件 B——球落入红槽，然后，他们越来越确信，下一次，B 将不跟着 A 出现。这两个例子向我们表明，事件本身的规律性并没有迫使我们看到因果关系。

休谟认为，尽管原因是看不见的，但是，我们已经把一种心理的倾向性归咎于必然性，因此，原因是有规律地重复的序列。无疑，这个看法中包含着真理。在基本意义上，人是感知规律性的动物。事实上，我们的确总是从特殊归纳出一般。[2]然而，正如休谟所说，对该问题的这类“解答”是无济于事的，因为只有预先明确地概括出事件序列，它才是有用的。我们注意到，有规律的事件序列有很多种，比如，对于天气预报和天气，我们可以概括出事件序列，但却是无帮助的，而许多无规则的事件序列却是有帮助的。[3]出于这些理由，我们引用一般的倾向性来说明归纳（规则化的）趋势是完全不可信的。既然一种普遍的趋势使我们把一切都看成是有规律的，这便意味着我们什么都没有看出，因此，这类“解答”是空洞的。事实上，感知规律性的问题是关于感知可能性的更宽泛问题的一个子问题。

（缺乏耐心的读者可能会疑惑，我们为什么不借助于科学知识来摆脱这个看起来是假的问题。确实，是科学及其对应的常识使我们有理由相信，完全能把所考虑的某些序列看成有规律的，而把其他序列看成纯粹的巧合。因此，准确地说，本书所要讨论的问题是，必然的序列和客体如何得到科学的认可。）

感知和感知的稳定性是一回事。设想一下，无秩序的、混乱的感知会是

什么样呢？我们看到一辆红色的公共汽车，过了一会儿，它好像变成了一只咆哮着的猛虎；再过一会儿，看起来和品尝起来像是一个柠檬；转瞬又成为一只黑天鹅，等等。设想这样一种快速地随机变化着的序列，并把这看成是我们观察事物的正常方式。在这些情况下，我们没有人愿意乘坐公共汽车。既然我们不愿意乘坐公共汽车，广而言之，我们从来没有乘坐过公共汽车，并且，任何其他人也是如此，所以，没有人知道公共汽车是人们能够乘坐的东西。这意味着，我们将没有可用的公共汽车这个概念，这就使得谈论最初看到的一辆公共汽车成为无意义的事情。我们所能体验到的充其量是一种无法描述的（确实）带有红色的东西。这样，即使把带有红色的东西理解为一辆公共汽车，也要求我们和司机及售票员预计，这辆公共汽车将一直是公共汽车，不会变成一个柠檬或一只食肉动物或别的什么。这同样适用于老虎、柠檬、天鹅和红颜色本身。在我们的世界里，概念的存在与相关事物的稳定性联系在一起。我们不能理解本书开头的引文中对博尔赫斯的特隆（Borges' *Tlon*）的描述中所发现的各种东西。这些东西无论像什么，都能被奥布赖恩（Flann O'Brien）的《第三个警察》（*The Third Policeman*, 1974）中的主人公看到——在严格意义上超越了理解和描述：

> 但是，关于它们我能说些什么呢？从色彩上看，它们既不是白的，也不是黑的，而且无疑没有令人厌烦的中间颜色；它们完全不是暗色调，也根本不是明色彩。但不可思议的是，并不是它们前所未有的色彩引起了我的注意。它们有另一种性质，使我偏激地、喉咙干哑地、窒息地注视着它们。我无法试着描述这种性质。我思考了很长时间之后才意识到这些文章令人惊讶的原因所在。他们缺乏所有已知物体都具有的一种基本特性。我无法说出它们的形状或结构，因为它们根本不是我所指的不定型。我只能说，这些物体并不类似于其他物体，根本没有任何已知的维度。它们不是正方形、长方形、圆形或简单的不规则图形，也不能说，它们无止境的变化是由于维度的不同。只能说它们的外观，无法用语言描述，也无法通过肉眼的观察来理解，它们在任何情况下都是无法描述的。这就是我所要说的。（p. 117）

如果我们的感知像我前面对它们的描述那样混乱，或者，它们突然变成特隆世界或《第三个警察》世界中的那些东西，那么，谈论对物体的感知完全是不得要领的。为了把事物看成事物，我们需要与它们进行相互作用，而

且，通过它们与社会的其他成员进行相互作用。[4] 这恰好与前面相应提到的有序的相互作用要求共享感知一样，是正确的。

1.1.1 新归纳之谜

哲学家古德曼(Nelson Goodman)明确地把概念与有规律地预期之间的关系表述成对归纳问题的一种看法。他称之为“新归纳之谜”(Goodman, 1973)。在很大程度上，我们实际上准备乘坐公共汽车，是因为我们“归纳出”公共汽车不会变成像老虎一样的东西，因为它在过去总是像公共汽车一样。古德曼证明，这类推理决不是自明的。

他发明了一种新的“颜色”词汇，称为“绿蓝色”(grue，由绿色 green 和蓝色 blue 拼合而成)，意思是说，在未来的时刻“t”之前是绿色的，在时刻“t”之后就变成了蓝色的。这是一种奇怪的颜色类型，我们也确实对它很陌生，但是，它达到了一个目的。以绿宝石为例，我们每次看到一颗绿宝石，它总是绿色的，这就使我们以为，如果我们明天看到一颗绿宝石，它也将是绿色的。现在我们假设，这个时刻“t”是明天早上，再假设，绿宝石实际上是“绿蓝色的”，而不是绿色的。在这种情况下，如果我们果真幸运地拥有一颗绿宝石，明天早晨醒来后，却会发现它是蓝色的，因为这是“绿蓝色”所蕴含的意义。但是，绿宝石是绿色的，不是绿蓝色的，那么，问题出在哪里呢?

为什么我们把绿宝石看成是绿色的呢? 假设这是因为我们看到的所有绿宝石都是绿色的。但是，既然明天早晨才到时刻“t”，因此，我们曾经看到的绿宝石就应该是绿蓝色的。就我们曾经看到的每一颗绿宝石都是绿色的而言，我们曾经看到的每一颗绿宝石，也是绿蓝色的! 绿蓝色意指在过去的每时每刻都是绿色。但是，如果我曾经看到的每一颗绿宝石都是绿蓝色的，那么，我就预计它们仍然是绿蓝色的。也就是说，我以为我的绿宝石是绿色的，一旦它们明天早晨不是绿色的，我会因此而感到惊讶，那么，我也应该把它们看成是绿蓝色的，而且，如果它们不是蓝色的，我也会目瞪口呆。

我是否会感到惊讶或目瞪口呆，也就是说，我是否预计我的绿宝石明天早晨是绿色的或蓝色的，似乎并不取决于它们过去的性质，而取决于我现在如何描述那些性质。绿色和绿蓝色都是描述，这些描述完全与辨别绿宝石的日期这一事实相一致，但是，我选择的术语为明天设置了不同的预期。[5]

没有必要固守一个新术语。例如，“蓝绿色”(bleen，即 blue + green)意指今天是蓝色的，明天是绿色的(参见注释 5)。只要我们愿意，就可能发明

出许多这样的新术语，因此，每当我们早晨醒来，看到绿宝石的任何外观，都有可能选择惊奇、惊讶、震惊、好奇、静观其变、充满敬畏感等感受。所有这些都取决于我们过去对它的称呼。如果我们过去的证据证明它们是"绿红色"(gred，即 green + red)——它确实是绿红色，那么，一旦它们是除红色之外的任何颜色，我们就会感到惊讶。如果我们称它们为绿黄色(grellow，即 green + yellow)，那么，除黄色以外的外观都会使我们哑口无言。但是，根本不必只停留于颜色，也不必只停留于绿宝石。我们可以称钻石是"硬软的"(hoft，硬的 hard 与软的 soft 拼合而成)，意思是说，在时刻"t"之前，钻石是硬的，在时刻"t"之后，钻石是软的。我们可以把公共汽车描述成"交通食肉"(transivorous，交通 transport 与食肉的 carnivorous 拼合而成)工具，意思是说，在过去，它们一直是交通工具，但是，我们认为在未来它们会变成食肉动物。在后一种情况下，我们回到了消费者的信心与公共交通的问题上来。这个世界又一次像博尔赫斯的没有物体的特隆世界一样。[6]

事实上，我们现有的语言里根本没有上面提到的那些术语，因此，我们也不会遇到相应的问题。但关键问题是，这些术语不是被漏掉了，而是因为事物过去的外表把这些术语排除在我们的语言之外。任何一个新术语都与我们曾经看到的所有事物过去的外表相一致。古德曼对新归纳之谜的"解答"是为了说明，我们确立的语言实践使我们总是在看到事物的地方看到了规律性。他说，我们能够"映射出"谓词(predicate)绿色——是基于我们对它的预期——而我们不突出绿蓝色，是因为绿色是更好地"确立"的谓词。这样：

> 普通的"绿色"，作为比"绿蓝色"更突出和更早的一个旧词，在文献资料中更让人印象深刻。我们会说，谓词"绿色"是比谓词"绿蓝色"更好地确立的谓词。
>
> 我们之所以能够给出这种区分，只是源于过去的记录。我们不可能只从对它们的假设和证据出发就得到这种区分。每一次，要么的确映射"绿色"；要么——可以说——有可能突出"绿色"，也有可能映射"绿蓝色"……(Goodman，1973，p. 94，强调是原作者的)

古德曼对绿色和绿蓝色的区分源于对术语的比较——绿蓝色没有历史。在本质上或逻辑上，禁止存在这样一种可替代的社会，在这个社会里，

人们按规律映射出的是绿蓝色，据此，绿蓝色就比绿色得到了更好的确立（参见注释5）。（千年膜拜——期望在他们的世界中出现一个即将来临的巨大变化——生活在像绿蓝色那样的术语世界里！）在古德曼的另一段描述中，这种缺乏“逻辑的”或本质上的强制性，是相当明确的：

> 我承认，对可映射性（projectibility）的判断源于习惯方案，而不是习惯方案源于对可映射性的判断。只有正确的谓词才会如此幸运地成为很好地确立的谓词，其理由恰好是因为很好地确立的谓词因此而成为正确的谓词。（Goodman，1973，p. 98）

或再有：

> 我这里提出的建议是，这种所观察到的规律性的共识是我们的语言实践的一种功能。这样，有效谓词与无效谓词（或者说归纳与表达）之间的界线，是根据如何一直用语言来描述和预期世界来划分的。（Goodman，1973，p. 121）

这个结论很重要。我们的语言和我们的社会生活是如此紧密地交织在一起，以至于我们的言语习惯有助于决定我们观察世界的方式，因而有助于形成社会相互作用的基础。然而，古德曼的解答仍然没有回答的问题是，我们如何形成了最初的这种看待事物的方式，如何维持，如何提出新的方式。[7] 古德曼可能解决了一个哲学问题，但是，尽管他的回答具有历史的味道，他仍然没有解决社会学的困惑。

我们中的大多数人在日常生活中并不熟悉绿宝石，所以，我将改用草地的例子。古德曼对为什么我们把草地看成是绿色之说明——即绿色是一个已确立的、可映射的颜色——的困难在于草地的颜色也是一种已确立的、可映射的颜色。对于提出草地颜色的问题，我们不需要发明像绿蓝色那样的术语。如果一位艺术家想描绘草地，除了他或她像小孩子那样绘画之外，还有必要使用调色盘中包括绿色在内的各类颜色。（小孩子在画的底部用统一的绿线条画草地，并用统一的蓝线条画天空，因为他们画出了他们所知道的情形。因此，他们把草地画成绿色，把天空画成蓝色，天空画在上面，而草地画在下面。）对艺术家而言，草地通常是棕色的，常常略带黄色，有时是蓝色的，有时是白色的，而有时是黑色的。这取决于草地的稠密度、种类、气

候、光线等。晚上,草地只在非常特殊的环境下才一直是绿色的。

其他"绿色"物体也面临着同样的难题。用物理学的语言来说,绿色物体除了反射被认为与绿色相对应的那些波长的光波之外,还反射所有类型波长的光波。[8]只有在很罕见的情况下,比如,用精心设计的样本与光源在实验室做实验,绿色物体才会只反射适当波长的光波。(从绿色物体中发出的光波最主要的波长是绿色波长,这种说法是不能令人满意的。在一些情况下,这恰好是不真实的。例如,在晚上,至少有一半时间,草地确实不能通过它发出的绿色波长加以辨别。)

有时,既然绿色物体反射出的波长对应于所有这些不同的颜色,并且,所有这些其他颜色的术语同样存在于我们的语言中,所以,颜色术语的确立并没有使我们摆脱困境。同样,既然影响我们其他感觉的是各种经验的混合,而我们用语言术语分别描述每一种经验,因此,已有的术语并没有说明任何一种感知模式的规律性。

用少数实验来模拟这种论证并不很困难——尽管必须牢记,这种训练相对于哲学难题而言只不过是一种隐喻。在一本彩色杂志中,观察一张写实的油画、照片或广告,观察其中描绘物体的写实方式——例如,亨特(Holman Hunt)的《替罪羊》(*Scapegoats*)的每一根羊毛,或者宝马汽车所登的每一行广告。然后,慢慢走近这幅画。我们会发现,在画家用比所描绘的任意一根羊毛都宽的刷子蘸上颜料涂抹的过程中,失去了个别羊毛;宝马汽车的锋利金属原来是模糊的彩色斑点。

1.2 维特根斯坦与规则

到目前为止,我们是根据视觉来讨论问题的,不过这同样适用于所有的感知模式,适用于语言和各种文化活动。难道或许存在着用来组织固定在我们大脑中的感觉经验的一组规则吗?当我们以相同的方式进行观察和彼此交谈时,我们大家除了自觉地遵守这些规则之外,无法清楚地把它们表达出来。这样的一组规则,如果能得到详细的说明,将会解决怀疑主义的问题。有人可能会认为,即使我们意识不到规则的存在,它同样在我们的大脑中起作用,使我们看到的草还是那么绿,天还是那么蓝。这样的一组规则向我们所提供的可能是我们的《替罪羊》和我们的 BMW 广告。但是,哲学家维特根斯坦(Ludwig Wittgenstein)对依循规则的意义的分析,似乎使这样一种简单的解答成为不可能。[9]

把下一块草地看成属于草地类,这可能被认为是延续正常序列的一个例子。这个问题是,知道下一块草地恰好是我们过去所看到的草地序列的延续。这块新草地看起来像是一块草地,而不像其他别的东西。它与前面的草地是“一样的”。下面通过观察一个更加直接的序列——数字“2, 4, 6, 8”——来探索其中的道理。设想,要求以相同的方式延续这个序列,直接闪现在大脑中的答案是“10, 12, 14, 16”,对于所有的目的与意图来说,这确实是“正确的”答案。

但是,我们如何知道这是正确的答案呢?这不可能是简单地依循“以相同的方式进行下去”的规则的问题,因为这条规则要考虑到许多可能性。例如,它考虑到“2, 4, 6, 8, 10, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14”,或者“2, 4, 6, 8, 2, 4, 6, 8, 2, 4, 6, 8”,或者“8, 6, 4, 2, 2, 4, 6, 8, 8, 6, 4, 2”,或者任何其他的数字序列。就此而论,“以相同的方式进行下去”的指令,还会允许出现“我们欣赏谁?”这样的延续。

有可能是“以相同的方式进行下去”的指令不够明确吗?假设把规则改为“加2,再加2,然后再加2,等等”。但是,从我们下面所列举的任一种情形来看,这仍然不够具体,因为可能会根据这种指令写出“82, 822, 822, 8222”或者“28, 282, 2282, 22822”或者“8^2”,等等。每一种序列都在相同的意义上满足了“加2”的指令。现在,人们完全明白“8加2”意味着什么了:它意味着“等于10”,即使在字面意义上,其他结果也是正确的。然而,问题在于,我们怎么知道这样的确定性意味着什么。

人们会发明一种游戏来探索这种人类成就的重要意义。“令人尴尬的学生”(Awkward Student)恰好表明,为了以这种“正确”的方式延续下去,如何必须忽视许多可能的延续。假设有一个或更多的“指令员”,还有一个或更多的“令人尴尬的学生”。指令员的任务是向学生提供一个指令单,以使他或她在已知“2, 4, 6, 8”序列的前提下,不得不把这个序列延续为“10, 12, 14, 16”,等等。学生的任务是误解这些指令,并因此而提出一个不同的延续序列,比如,前面的那些建议。然而,该学生必须把这种不熟悉的延续解释成对目前提供的规则的一个合理回应。在每一阶段,指令员在失败后,他或她(或他们)都会补充规则单,或者彻底改变这些规则,尽力使学生以正确的方式进行下去。例如,指令员最初的努力可能类似于上一段描述。指令员可能试着用“加2,再加2,然后再加2”来代替简单地说“以相同的方式进行下去”,而学生可能给出前面所提供的答案。于是,指令员试图说

明,“加”“实际上”意味着什么,但另一方面,这些规则将开始含有包括加法在内的无穷序列。如此等等。指令员不一定使用下列指令:在社会中,这些指令显然依赖于理所当然地依循规则的行为。因此,“你照着平常去做”,这样的指令是不合理的。

如果学生或学生们很聪明,那么,他们应该总会在这个游戏中获胜,而指令员或指令员们为了缓解争论,会使所提供的规则单变得越来越长。读者用不着必须相信我的这些话,他们可能会试试看——但是,站在学生的立场上,这确实要进行一些实践。(如果在教室里做这个游戏,教师最初就应该考虑到“令人尴尬的学生”这一困难角色。)

这个游戏表明,首先,规则不包含它们自身应用的规则。第二,“相同”这个概念是模糊的。第三,在一个“开放系统”(在这里可能发挥创造力)中,一个规则或“算法”[10]不可能很具体,因为如果不预先设定一个回应的限定范围,那么,人们总能发明出不止一种回应来满足该算法的指令。[11](有“正确的”回应,还有“令人尴尬的学生”发明的回应。)第四,尽管如此,既然我们大家都知道进行下去的正确方式,所以,一定有比对规则的详细说明更多的某些东西。下面马上解释这种“某些东西”,我们暂且称之为“社会约定”。这个游戏也表明,逃避那些无法从形式上打破的规则需要大量创造性的智慧——每一个令人尴尬的回应都是一种创新,这包括每一次都发明了一种类型的新解释。而且,如果有不止一个学生出谋划策,就会更容易做到这一点;同盟者是有用的,在学术争论中也是如此。

重要的一点是,我们注意到之所以需要有独创性,只是因为有必要说明所选择的延续序列如何与指令员的最新规则相“符合”。然而,这个“符合”概念本身很不具体,因而是建立在社会约定的基底之上的。这样,令人尴尬的学生与指令员之间的互动,尽管似乎是无序的,也是以共同理解为基础的。如果没有共同的理解,那么,学生根本不需要有任何独创性——在每一个阶段,无礼的吵闹或“愚蠢的回答”都将是一种适当的回应。最后,因为玩这种游戏有可能使指令员的脾气变得很坏,所以它表明约定是多么强烈地束缚着我们正常进行的方式。

我们会发现,对于在“开放系统”(比如社会)富有创造力的边缘所发生的许多事情来说,令人尴尬的学生是一种有用的隐喻。这必然使我们放弃下列观念:感知的规律性就是把感觉经验限制在熟悉事物的范围内的一套规则。在相同事物的概念中,恰好有太多的模糊性。

1.2.1 规则的社会基础

我们如何依循我们确实遵守的规则呢？我们之所以会遵守这些规则是因为它们是社会的约定。这种说法意味着什么呢？我们根据红色公共汽车的例子已经遇到了感知的社会本性。我们发现，我们只有生活在其他人看到公共汽车并把它作为公共汽车来使用的社会中，才能把看到的一辆公共汽车看成是公共汽车的例证，否则，没有人会驾驶它，也没有别的乘客赋予公共汽车一个目的。维特根斯坦的表述方式是说，我们知道如何坚持"同样"的方式，因为我们共有一种"生活方式"。作为"2，4，6，8"序列的延续，"10，12，14，16"的正确性存在于人人享有的我们文化的正确性当中。人们知道，在大多数情况下，这一序列的其他延续是错误的。即使我们自己忘记了如何进行下去，或者说，即使我们决定成为一个"傻瓜"，其他人也会识别出那些错误。因此，不存在"私人"规则这样的事情。（或者，换一种说法，私人规则是空洞的东西，就像用无礼吵闹来延续一个数字序列一样。）

最后我们注意到，既然规则并不是一件私事，而是一个社会群体的特性，我们预计，规则会随着群体的变化而变化。事实确实如此。很可能在其他社会中，对"延续'2，4，6，8'序列！"指令的正确回应不过是戏弄指令员而已。在其他一些更熟悉的社会群体中，正确的回应事实上是"我们欣赏谁？"。

为了讨论这种文化的可变性，被称为"现象学"的哲学体系的社会学应用提供了一种语言。[12]现象学家谈论"理所当然的实在"（taken-for-granted-reality）——这个短语使人们注意到，当他们整理自己的世界时，没有任何成就感。这适用于人们处于"本能状态"的情形——我试图帮助读者走出这种状态。[13]在不同的群体中，本能状态的意义是不同的，也就是说，他们的理所当然的实在是不同的。这使人们预期，同一群体的成员之间很容易沟通，因为他们具有共同的行为方式。同样，我们将预计，不同的文化群体之间很难沟通。用库恩（1962）的惯用语来说，不同文化中的成员享有不同的"范式"，或者，用维特根斯坦的术语来说，他们拥有不同的生活方式。[14]

［伯杰（Thomas Berger）的《小巨人》（*Little Big Man*，1967）提供了一幅改变世界观的生动的内部图像。他把读者带进了一位边疆美国人和一位美洲印第安人交替更换的世界。这位英雄被俘虏后，学着像第一个人那样生活，然后，学着像第二个人那样生活，接着，再学着像第一个人那样生活。随

着每一次的变换,世界似乎具有了全部的意义。作者为我们描绘在这些独立的、相互敌对和彼此不理解的生活方式之间不断交替时,展示出了令人羡慕的技巧。]

这引出了本书所采纳的进路的一个关键视角。如果在他们对世界的感知中文化不同,那么不可能根据世界的本来面貌完全说明他们的感知和用法。这正是我在导言中所指的"相对主义"。为了达到这种练习的目的,我们必须把自己的感知看成像"火光中的画"(picture in the fire)。如果我们必须采用世界这个概念,那么,世界所起的作用与看到画的亮光所起的作用是一样的。或者,更准确地说,想象成人们用铅笔线条连接有限的点所创作的那些画作之一。现在,设想这个世界是由一张充满了无限小点的大纸构成的。这个世界以这张纸的形式存在于那里,人类可以随意在上面写数字,通过这种方式会画出任意一张图画。这些观念形成了本书讨论问题的前提,在称之为"相对主义的经验纲领"(Empirical Programme of Relativism,简称 EPOR)的领域内,提出了许多要做的工作。这取决于一种规定:"把描述性的语言看成好像是关于虚构物体的语言。"我把这个纲领描述成由三个阶段构成(Collins, 1981b)。[15]本书打算为文化的稳定性与变化提供一个广泛适用的模型,这也形成了这三个阶段的一个框架。

1.3 归纳推理问题的一条进路:联合确立[16]

人们确信,只有在特定的环境下,绿宝石才反射绿色波长。绿宝石普通的"外表"既不会强迫我们把它们看成绿宝石,也不会强迫我们把它们看成绿色的。不过我们确定,正确的描述是,绿宝石是绿色的,而且在通常意义上,我们把绿宝石反射的任何颜色都看成绿色(除非我们决定以资深艺术家的风格来关注它们)。也许我们会说,我们知道如何依循正确的规则来描述绿宝石,如何"照例"继续把它们的颜色看成绿色。我们是一个社会群体中的成员,这个社会群体中的每个人都遵守这些规则。我们知道,错误地辨别一颗绿宝石的颜色会意味着什么,我们也知道,我们社会中的其他人将会以同样的方式辨别、描述和确定看到的绿宝石的颜色,万一我们弄错了的话,他们也会纠正我们的错误。

因此,在我们的语言中,已经很好地确立了"绿色"这个术语,尽管如此,并不是绿宝石的绿色使它们成为绿的。同样,也不是绿宝石的"绿宝石性"使它们成为绿宝石。相比之下,很可能是联合确立(joint entrenchment)

的绿色与绿宝石概念相互加强。这样,如果我们看到一块石头,但不能确定它是什么颜色,然后我们被告知,它是一颗绿宝石,那么我们很可能把它看成是绿色的。相反,如果我们看到一块石头,而且不能确定它属于哪种类型,但是,我们被告知它是绿色的,那么,我们更有可能会把它看成一颗绿宝石,而不会看成比如说一颗红宝石或燧石。并不是“绿色”概念的确立,而是绿宝石是绿色的这个概念的确立,使绿宝石成为绿色的,而不是别的颜色。换言之,在我们的生活方式中,绿色与绿宝石是联系在一起的。

这种观念会被扩展,存在着绿宝石及其变化特性的*多重确立*(multiple entrenchment)。更有甚者,其中每个特性本身都是根据与其相关的其他物体多重确立的。这意味着,尽管绿宝石和其他“绿色”物体反射出的波长是无规律的(正像假如人们抛开本能状态所理解的那样),但是,导致改变像绿宝石之类的绿色物体的用法或感知的任何企图,要求推翻相互关联的用法、感知和社会关系的整个网络。

哲学家赫西(Mary Hesse, 1974)提出了相互关联的概念网络这种观念。本书将在第6章的开头进一步讨论与说明这种观念。现在暂时注意到,人们通常把“赫西网络”(Hesse net)中概念间的关联看成感知可能性或逻辑一致性的关系。在我看来,最好把它们描述成由生活方式组成的社会建制的网络。我现在说明这种网络观念是如何用于稳定我们的绿色和绿宝石概念的。

我们拥有绿色概念的事实,部分地利用了我们拥有绿宝石概念的事实。在某种程度上,我们把一种有序不变的颜色称为绿色的观念,与我们所具有的一种有序不变的、耐用的绿宝石集合的观念密切联系在一起。后者的耐用性为它们的颜色——绿色——提供了一种持久的性质。然而,绿色的持久有序的本性不仅是绿宝石的耐用性的一种结果,而且也被它与被看成是绿色的许多其他物体之间的关系所加强。绿色同样被与草地、叶子、爱尔兰、未干透的木材、环境、公园的长椅、村子中心的广场等相联系的颜色所加强。同样,对我们来说,所有这些东西之所以存在,在某种程度上是因为我们拥有稳定的绿色概念。我们通过表明绿色在我们整个文化中的内含性来说明绿色的稳定性,而绿色与绿宝石之间的关系正是这方面的一个特例。当然,绿宝石的稳定性不仅与绿色和其他绿色物体的稳定性相关,而且与共享绿宝石别的性质的所有其他物体的稳定性相关,例如,坚硬的东西、贵重的东西、光滑的东西、想要的东西、漂亮的东西,等等。

这就是如何确立所坚持的归纳概括。归纳概括的稳定性，是它们所包含的生活方式或理所当然的实践——前进方式——的稳定性，这是文化及其社会建制的稳定性。网络中的联合确立没有说明如何首先获得有序的感知，也没有说明这些感知是如何变化的。现象学的文献和其他相关的哲学文献都不讨论概念变化的问题。[17]陈旧的归纳习惯消失了，新的习惯形成了，并且获得了它们自己的秩序和稳定性，这一点似乎已经被忽略了，几乎没有引起人们的注意。差不多所有的努力都变成了描述我们当前的理所当然的实在的本性。[(18)]

为了探索这种变化问题，我打算把下面所讨论的提出新的科学概括的案例看成更广泛意义上的所有文化发展与创新的典范。[(19)]

1.4 科学、变化与可重复性

像其他任何一类文化活动一样，科学也是以理所当然的实在为基础的。通常情况下，科学家花费时间依据他们接受训练时获得的参考框架观察事物。然而，有时，他们要设法确定很难置入现有意义框架之内的某种东西。例如，他们可能要设法确定，某些异常的证据集合代表了一种新现象或重要发现。正如根本没有私人规则这样的事情一样，也根本没有私人发现这样的事情。关键问题是，别人得承认这是一种发现——他们照例要重复这种发现。如果这种发现是一种发现，那么，它一定会形成一系列公共规则——“以相同的方式进行下去”的一套新方法。

考虑另一个可替代的例子。假设我宣称，发现绿宝石在晚上变成了黑的。只要我愿意，我就能坚持把这个发现看成一种个人幻想，但是，这毫无价值，除非它成为文化的一个组成部分。可能发生的情况是，人们可能以他们设想落叶树的方式，开始把绿宝石设想为在特定时期会改变颜色的东西。但是，如果发现是不需要公众认可的私事，那么，有多少发现，就有多少上当受骗的人。[20]

科学家如何确定他们得到的发现是公共领域的一个新的组成部分呢？这迫使科学家亮出最后一着：他们根据自己观察的可重复性(repeatability)或实验的可复制性(replicability)来捍卫他们断言的有效性。这通常是观察和实验的潜在可重复性问题。可重复性或可复制性(我将交替使用这两个术语)是通常意义的科学哲学的试金石。然而，我们将要看到，一种现象的真实的可复制性只不过是把它看成是可复制的一个原因，在这方面，与绿宝

石的颜色是其绿色的原因一样。更准确地说，相信一个新概念或发现的可复制性，是伴随着在概念/建制网络中确立相应的新元素一起发生的。这个网络是科学生活的构架(fabric)。可复制性，这个科学常识的新概念，原来面临着与归纳问题一样多的哲学与社会学难题，而不是对某些知识的简单而直接的检验。把可重复性的简单观念与它的实践成就的复杂性区分开来，是至关重要的。

尽管这种复杂性在后面几章越来越明显，但是，科学常识理论还是幸存了下来。对这种常识观点的一个重要而反讽的支持是，复制他人的发现与结果，是几乎没有实践过的一项活动！只有在很特殊的情况下，才有可能从重复他人的工作中获得一点回报。那些开创者享有科学的最高荣誉，而对另一个人工作的确认只不过是证实了他人是值得奖赏的。一种确认，假如其自身非常有价值的话，一定是通过极大地促进了技术发展的一流的新方法或新方式来完成的。这样，虽然科学家们把可复制性作为科学发现的理由，但是他们偶尔并不十分确定需要或必须将这一想法运用于实验结果中。对于绝大多数科学来说，可重复性是一个公理，而不是一个实践问题。

但是，这并不意味着它不是一个极其重要的观念。在某种意义上说，可复制性是科学系统的最高法庭。在科学价值系统中，与种族、信仰、阶级、肤色等相比，可复制性象征着科学的无差别性。这对应了社会学家默顿(Robert Merton, 1945)所称的"普遍性标准"(norm of universality)。任何一个人，不论他们是谁或是什么，原则上，都应该亲自做实验来核对一个科学断言是否有效。[21]

这不只是一个价值问题。正如前面讨论的公共汽车和老虎的例子，自然物体的存在性与有序的规律性是一回事。与感知的稳定性一样，可复制性是科学的制度化。人们通过复杂的仪器来观察科学现象，称之为实验。这样，对可复制性的接受能够而且应该充当客观知识的划界标准。大家认可一个存在的新概念，意味着确信它的再现性(reproducibility)会得到证实，即使事实上它从未被检验过。但是，必须把用作一个划界标准的可复制性与用作一种检验的可复制性区分开来。只有当现存的某些现象遭到怀疑时，才尝试着把可复制性用作一种检验。不然，它就是一个相应的逻辑存在，证实了一个也就证实了另一个。

第4章和第5章所讨论的有争议的科学研究举例说明了，说可复制的事实使得科学家的潜心研究具有价值，这是完全令人怀疑的。我要确定的

观点是,感知的可复制性,或相反,它是这种检验的结论,实际上并不是一个实验问题。我将表明,即使所做的检验是有用的,即使围绕这种检验的活动结果区分了可复制的现象与不可复制的现象,也不是对导致这种事态的可复制性本身的检验。

在继续进行案例研究之前,我先分析复制的观念。这形成了第2章的主题。如果我们使自己远离把科学的目的看成是建造产生知识的智能机器的问题,那么,这种分析会更容易进行下去。我们将会发现,设计这种机器所遇到的困难就是勾画理性主义的科学哲学轮廓所遇到的困难。但是,首先简要考察与我们更熟悉的智能机器——智能计算机——相关的那些困难,是有意义的。

1.5 规则、归纳和人工智能

仅根据少数评论者的评述就可发现,在人工智能的巢穴里,哲学的怀疑主义和现象学的鸽子,正在悄悄地自食其果。接下来的十年左右,我们将会看到,第一次大规模地开发人工智能机器的企图,激发了哲学家和具有哲学头脑的社会学家的极大兴趣——乐观主义者和悲观主义者都一样。为了搞明白为什么哲学家和社会学家会与"第五代"计算机相关,我扼要地举一个例子来说明这个问题。我们"设计"一台简单的人工智能机器——一台语音识别机和信息转换器,或者自动秘书。[22]这样一台机器必须知道,它所"听到的"声音是它从前听到过的声音序列的延续。像其他这样的机器一样,在这种声音出现的情况下,它的主要任务是识别异同,并运用一系列规则对事态加以区分和比较。本章将把人工智能看做这种观念的一种有趣的实验应用。

我的文字处理器准确无误地识别我所输入的文字。它能做到这一点,是因为它不得不只在100个不同的信号——键盘的整个范围内——进行辨别。有人可能会说,它是在这些100个不同可能性的组合构成的"封闭系统"中起作用的。自动录音机将不得不解决远远超出这个范围以外的意义识别问题。语音识别的问题完全不同于键入字母的文字处理。它要求在一个潜在的无限"开放的"音域中识别声音,不只限于键盘范围内的组合。正如我们在想象中所设计的语音识别机那样,我们会明白它如何不同于文字处理器。

如果我们推断,未来机器的内存和功率都比今天的机器大得多,那么,

我们就能够根据下列原理建造这种机器：我把我的全部词汇逐字地读入机器，同时，键入相应的文字。机器把每一个字（更有效的可能是音素）转换成我们在示波器屏幕上所看到的这类电子模拟物。每一个波动模式都被转换成数字形式，并被当做与键入的文字对应的数字序列储存在机器内存中。假如内存很大，我可以先大声后小声、先快后慢地说出每一个字，以使机器存储数字序列的一个完整“包络”（envelope），或者存储每一个字相应的模板。之后，当我对着机器说话时，它会记录下我说出的每一个字的声音，并使它的数字模式与其内存中的存储模式相匹配。当它找到最适合的模式时，对它来说，把这种模式转换成相应键入的字母是一件简单的事情。该机器的其他用户可以用相同的方式“训练”机器识别他们的声音。应该注意到，这台机器不仅必须有很大的内存容量，而且必须具备通过快速存储进行分类的能力，以使许多比较和选择成为最好的。（尽管准确地说，什么是“最好”的标准是一个复杂的问题。）

现在，只要讲话者清楚地讲话，接受过他们“训练”的机器就能识别出他们所说的话。假设我们乐意成为设计师，再假定我们具备了很聪明的统计技巧（为选择出“最适合”的模式设计一种算法），这台机器还能辨别新的讲话者和感冒的讲话者所说的话。假设这台机器还能处理这样的情形：如果背景噪声很大或彼此打断的对话，甚至讲话者说出的话不清楚和不连贯，但是也能像我们平时说话那样把这些话语连在一起。

无论统计算法有多么好，这台机器仍然不能从根本意义上澄清不清楚的声音。例如，我们刚才所设计的文字识别器遇到的一个问题是辨认下列两句话的句尾：

打喷嚏的声音是“阿嚏”（attishoo）。
我要打喷嚏——递一张纸巾（a tissue）。

我用相同的方式读这两句话的句尾，几乎没有人会在我的讲话中混淆两者。这里是一个相同的感官刺激（用物理学的语言来说，是相同的声音分布）的例子，将会根据两个不同的规则作出正常解释。在第一个句子的情形下，解释为：每一次以“相同方式”发出声音，都要求机器写下“阿嚏”（attishoo）。而在第二个句子的情形下，解释为：如过去一样以相同方式发出相同的声音，是要求机器写下“一张纸巾”（a tissue）。

为了消除这两个句子句尾的歧义,似乎要求这台机器能够"理解"这两个句子,而不只是知道如何使一种声音符合于一个模板。例如,它需要理解"一种声音"的概念,以便当它听到"……的声音是……"的时候,它不会把"一张纸巾"(a tissue)作为正确的录音,因为它知道"一张纸巾"(a tissue)不是一种声音。于是,它只是寻找能够代表声音的录音。同样,如果这台机器知道人类是如何对付感冒的一些事情,或许它能够弄明白人们在打喷嚏之前要使用的东西是"一张纸巾"(a tissue),而不是"阿嚏"(attishoo)。为了达到澄清这种声音在其他可能句子成分中的语义解释的目的,这台机器还需要理解隐喻——"一整套谎话"(a tissue of lies),以及童谣——"阿嚏,阿嚏,我们大家都失败了"(attishoo, attishoo, we all fall down)。值得注意的是,究竟把多少人类知识直接输入到这台机器中才能解决这个问题。我们现在离文字处理器或声音识别机还有千里之遥。随着每一步的进行,这台机器开始越来越像我们。这台机器正在变成一种社会动物。正是获得了这些神秘的能力,才使我们知道,什么时候用"10, 12, 14, 16"来延续"2, 4, 6, 8",什么时候用"我们欣赏谁?"来延续"2, 4, 6, 8"。

我不明白,如果这台机器没有像我们自己那样被社会化,它如何能不断地获得这些能力。它需要分享我们的生活方式,以便它的联合确立的概念对应于与我们的文化环境相关的那些概念。但是,即使我们能够设想,我们自己用某些生态学家在家中饲养猿猴的方式来建造一台计算机,以便把计算机装备得像儿童似的打上整个社会的"烙印",社会生活的"开放系统"的性质仍然是无法复制的。设想这台社会化的机器离开其没有明确定义的家庭,到办公室当秘书。现在,想象老板讲了下面的笑话:

一位傲慢的英国人无意中偷听到两位来自印度次大陆的先生在公共汽车上的谈话。

第一位印度人:"我告诉你它是'woomb'——W-O-O-M-B。"

第二位印度人:"不,不,不,它是'whoum'——W-H-O-U-M。"

第一位印度人:"当然不是,先生,它可能是'whum'——W-H-U-M。"

第二位印度人:"不,先生,也许它是'whoomb'——W-H-O-O-M-B。"

傲慢的英国人:"对不起,老朋友,我是无意中听到的。事实上,我们把它拼成W-O-M-B——其实很简单。"

两位印度人:"对不起,先生,你曾经听到过一头印度大象放屁的声音吗?"

要点在于,即使是一位由人担任的秘书也不知道如何来模仿这个笑话——特别是,除非他或她能够理解这个笑话,否则,可推定的大象声音就有四种说法。就连最社会化的计算机在它的内存中都不得不存储的唯一一样东西就是"womb"这个词,这样才能与各种声音相匹配,而这个词也是在相应的空间中必须写下的内容。这个笑话专门发明了"woomb"、"whoum"、"whum"、"whoomb"四个词,它们是全新的术语。它们表明了在一个开放系统中有可能发生的事情。它们与"令人尴尬的学生"的创造性回应是一样的。最值得注意的是,一位由人担任的秘书,一旦他或她听完这个笑话,也理解了这个笑话的要求,就能够复述这个笑话。正如我将要论证的那样,确立新生事物是一项典型的社会活动。有谁听到过大象放屁的声音呢?"woomb"、"whoum"、"whum"和"whoomb"的存在,需要你的赞同和笑声,这完全超出了作者的发明和大象胃胀气的范围。在某种意义上,这四个词没有任何意义,可是,我们完全能够运用它们安排我们的生活。

第2章 复制的观念

2.1 老鼠与人:作为一台研究机器的地球上的科学

在一本叫做《银河系免费旅行指南》(Adams,1979)的书中,地球最终接受了老鼠的委托,因此,老鼠把地球当做一台大型计算机来使用。在本章,我采纳这些老鼠的视角,把人类科学看成是像计算机那样的一台研究机器。特别是,我希望看一下啮齿类动物通过实验和复制来检验事实的进路。首先,我们设想,"鼠爸爸"把"复制算法"(replication algorithm)解释成地球人(earthlings)的生活体验。实际上,我们所需要做的只是接受我们自己地球上的哲学家波普尔(Karl Popper)爵士的两段引文。下面的几行引文很可能例示了人类思想中真正的复制程序:

> 如同可重复的实验案例一样,只有当某些事件依据规则或规律性重现时,我们的观察——在原则上——才能经得起任何一个人的检验。在我们重复和检验我们自己的观察之前,我们甚至不会很认真地接受它们,或者,不把它们接受为科学观察。只有通过这样的重复,我们才能相信我们自己不是研究一个完全孤立的"巧合",而是研究这样的事件:由于这些事件的规律性和再现性,它们原则上在主体间性的意义上是可检验的。

以及

> 人们(通过描述实验安排等)能够提出任何一个经验科学的陈述,掌握了此种方式的任何一个人都能够以这样一种方式检验这个陈述。(Popper, 1959, pp.45, 99)

如果波普尔的思想确实是一种算法的一部分,在这种程序中就有一种错误。这是因为,他也写出了似乎使上述指令很难执行的一些事件。他在别处指出:

> 我们所经历的所有重复都是近似的重复。我说一种复制是近似的,意思是说,对一个事件 A 的重复 B,并不与 A 完全相同或难以与 A 区别开来,只是或多或少与 A 相似。但是,如果重复因此而只建立在相似性的基础上,那么,它必须享有相似性的一个主要特征,那就是它的相对性。两个相似的事态总是在某些方面相似……所补充的评论是,对于任何一个给定的有限群体或事件集合来说,无论对它们的选择是多么的不同,我们总是能够轻易地发现某些观点,如果根据这些观点之一来考虑问题,属于这个集合中的所有事件都是相似的(或者说是部分地等同的)。这意味着,只要我们采纳适当的观点,随便什么都能被说成是对任何事件的重复。这表明,把复制看成是终极的或给定的,是多么的天真。(Popper, 1959, pp. 420－422)

波普尔当然知道归纳推理问题,但是,他并没有揭示出归纳推理与把异同归因于实验程序及其结果之间的关联。这是至关重要的![1]

当这台老鼠计算机不能以直接的方式完成它的任务时,这种错误就会出现。有些结果的出现似乎要比应该出现的结果慢得多,其他结果则根本不会出现。这证明,机器的全部工作部件回应了"波普尔问题"。第 4 章、第 5 章以及下面的例子说明了这些困难。

2.1.1 心理学

心理学以几乎理想化的形式揭示了波普尔问题。地球上的心理学家——就老鼠而言,只是计算机的部件——在 20 世纪初以令人钦佩的、也许甚至是极高的热情开始做实验。他们运用了鼠爸爸的复制算法。一位名叫丹尼斯(Dennis)的心理学家于 1926 写道:

> 科学中的证明仅仅是可重复性……在特定的环境中所发生过的事情,在相同条件下将会再次发生……唯一的问题是,关于条件陈述的精确性和完备性的问题……只有在对实验条件和结果的描述精确到足以使另一个人只根据这种描述就能够重复这个实验时,证明才会开始(引自 Friedman, 1976)。

然而,在 1967 年,另一位在很大程度上受罗森塔尔(Rosenthal, 1966)

工作启发的心理学家弗里德曼(Friedman)写道,精确地重复一个心理学实验的诀窍是无法交流的,因为还没有详细地描绘需要控制的关键变量。罗森塔尔揭示了心理学实验中“实验者期望效应”(experimenter expectancy effect)的存在。这意味着,不管他或她在多大程度上力图避免偏见,实验结果往往以实验者所偏爱的、期望它们应该如何出现的形式而出现。[2]

如果期望效应是真的,那么,在心理学实验中的一个重要变量就是实验者关于正确的结果应该是什么的先验信念。这意味着,如果某些人在做实验之前就认为实验结果应该是肯定的,那么,肯定的复制将是不可信的,因为他们在肯定的方向上所做的工作很可能是有偏见的。另一方面,有人会认为,当第二位实验者拥有与第一位实验者不同的观点时,一种复制就不足以算做是像第一个实验一样的一种精确的复制!因此,丹尼斯的规定回避了“相同条件”和“另一个人”的意义问题的实质。另一个人的性质,也就是说,他或她的先验信念,似乎是这些条件的一个组成部分。因此,尽管丹尼斯的陈述与摘自波普尔的前面两段引文中所表达的复制算法相一致,然而关于期望效应的意义的论证却例证了在第三段引文中表达的异同责难所造成的“错误”。

实验者期望效应只是弗里德曼在论述具体的心理学实验问题时得出的一个结果。他指出,当主体是人类时,实验就是一种社会相互作用,所以,甚至在时间、提示、自我表达、眼神接触、讲话方式等方面的极细小的或潜意识的变化,都会影响实验主体的反应。他感到,只要认识不到这种特殊的心理学问题,实验者实际上就是在行骗:

> 要点是,在当代心理学中,实验者会变更场所、时间、日期、季节、性别、地域、实验者、桌子和椅子,却在从事重复实验,而且,他们的同事也认为他们仍然是在复制相同的实验……规则其实应该使任何主体的回应中重要的东西都不改变。这就是做相同实验的意义所在。(Friedman, 1976, p. 149)

这样,心理学在有希望开始作为“人间计算机”(Terraputer)的一个子系统之后,又采取了孤立主义的态度。无论如何,即使现在,心理学仍然把自己看成一个特例,而看不到它是说明了一个更普遍存在的病症的例子。

2.1.2 超心理学

另一个众所周知发展缓慢的领域是超心理学(parapsychology)。经过上百年的努力,还没有对心灵感应(telepathy)、千里眼(clairvoyance)、心灵致动(psychokinesis)等现象的存在达成共识。超心理学受到了相同病症的困扰。于是,一些超心理学家非常确信可重复性是有价值的,另一些超心理学家则不明其义。1956年,在一群超心理学家中间进行了下面的讨论(Wolstenholme and Millar, 1956)。这种讨论说明,当人们严密而详细地考虑给出复制概念的含义时,他们却普遍地混淆了复制的含义。[3]

> 韦斯特(West):由于几方面的原因,[在超心理学中的最佳实验]达不到普遍科学信念的种种要求,一个主要的原因是,这些要求比可重复的实验更具有演示的性质……然而,任何演示即使做得再好,也不能代替人们热切从事的可重复的实验。(p.17)
>
> 尼科尔(Nicol):……可重复的实验[意味着]……如果在实践中发现产生了一个显著结果,那么,任何一个有能力的人都能随时在可预知的未来根据近似相似的显著结果重复这个实验设计。30年过去了,通灵学研究者并没有提出一个可重复的实验。(p.28)
>
> 加德姆(Gaddum):我觉得确实可信的一种证据是,有些人能够做到,有些人做不到。我的意思是说,如果一件事是任何一个人有时都可能做到的,我就不应该像相信下列事实那样轻信它:一旦你遇到一位像沙克尔顿(Shackleton)[一个明显成功的通灵受试者]那样的人,你显然就能与他一起做可重复的实验。我不理解,如果你总能日复一日地获得显著的事实,为什么还会有人认为它不是一个可重复的实验。(p.39)
>
> 普拉特(Pratt):我不明白,当索尔(Soal)博士和戈德尼(Goldney)女士在一周又--周跟他们精选的受试者共事,既能获得实验结果,又能让访问者参观甚至负责做他们的实验时,怎么还会认为,这样重复一个实验是有严重问题的……沿着他的思路,他已经成功地重复了杜克(Duke)实验室的工作[杜克大学的一系列明显成功的实验]。对我来说,要牢记的是实验的基本性质和基本特征,而且,如果在不同地方工作的许多人都能获得类似的结果,那么我认为,根据这个术语的所有真实含义,这个结果就是可重复的。(强调是普拉特加的, p.40)
>
> 沃瑟曼(Wasserman):……我认为,我们不能随便使用可重复的这

个词……有两类可重复性……在一个实验中的可重复性……和不同实验之间的可重复性,而这两类可重复性完全不是一码事。

假设我也随意讨论……可重复性……寻找这样一种可重复性就是寻找海市蜃楼般的东西。以宇宙物理学中的实验为例,你有时发现了介子的径迹,有时发现不了。你开始时信心十足地以为能发现一条径迹,但是,到头来却事与愿违。不过,物理学家承认,这些径迹即使很罕见,也是重要的。换言之,如果我们拥有的是一个罕见事件,那么,我们就无法预期它是可随意重复的。我们必须区分出高归纳的概率和低归纳的,我认为,尼科尔先生似乎并不欣赏这一点。(强调是沃瑟曼加的, p.14)

兰丹-戴维斯(Langdan-Davies):对我来说……非常有兴趣的是,超心理学家都在给自己加压,并且说"我们必须拥有可重复性",但是,参与这一专题讨论的生物学家却说,在他们的印象中,可重复性并不是第一需要。(p.42)

斯宾塞-布朗(Spencer-Brown):正如有些人所指出的,我们会在一个实验中获得可重复性,但是,这不是科学中的可重复性的含义。我们希望,实验结果不仅在一个实验中是一致的,而且能够在未来的实验中再次被观测到。这并不一定意味着它们是可随意重复的。日全食就不可随意重复,不过,已经证明日全食是可重复的——我们能够给出日全食重复的道理。这是我们在科学中至少要找到的东西。我们必须能给出一个道理。(p.44)

韦斯特:……有些实验者可能无法重复别的实验者所能得到的结果,这就是我所指的可重复性因素的意思。(p.45)

尼科尔:……沃瑟曼博士明确地给出了通常在科学思想中不依附于可重复性这个词的含义和定义。显然,韦斯特博士,当然还有我,都没有意识到,经过许多年的努力都没有击败的可重复性问题,实际上已经被解决了,只是我们没有注意到这一点而已。

……[沙克尔顿的例子等]……不要按我的理解进行重复。我所指的重复的意思是——准确地说,在我的印象中,在物理学等学科中也是这种理解——你设计一个实验,任何一位能胜任的人都能通过这个实验重复得到近似相同的结果,现在,出现的关键词是,*在可预知的未来的任何时候*。

如果……你能得到一个经过再三重复的结果,那么,你只得对任何一位能胜任的人描述这种结果。请心理学家、物理学家、医生或其他任何人亲自重复实验,他会得到相同的结果。当你成功地做到这些时,你

就在这场认可之战中获胜了一半。（强调是尼科尔所加的，p. 48）

这样，在超心理学中，也是为了实践的目的，轻易地根据可复制性的判据(criterion of replicability)来划分真假，不能面对关于可复制性含义的怀疑。到目前为止，超心理学所研究的现象一直都没有定论。

2.2 老鼠哲学家和一种复制的分析理论(4)

现在，让我们设想，老鼠哲学家试图重构人类应该遵守的规则。它们可能会觉得，地球上的人有太多的灵活性。这种程序长得无法理解。于是，很可能的情况是，有些人是"有偏见的"，或者，扮演了"非理性的"角色。尽管大多数时候人类似乎是协调一致地工作的，但是，同步行动的规则是很难详细说明的。正是当人类不能协调一致地工作时，机器的运转才变得很慢。如果能在科学领域内重新发现隐含的适当协调行动的规则，那么，首先有可能确定，异议永远不会出现，或者至少会被很快解决。在某种程度上，每个人都能站在完全符合他或她的逻辑的立场上来观察事物。简言之，我们正在设想，老鼠哲学家希望提出地球上哲学家所称之为一种规范的科学哲学。

让我们设想一下，老鼠决定提出一种复制的分析理论。它们研究了机器中非常古怪的问题后知道，简单的解答永远不起作用，比如，丹尼斯和波普尔(在他根本不担忧的时候)所写出的那些编码。我们必须设法说明这种复杂性。

2.2.1 分析理论

一个实验要想成为对以前结果的一种检验，必须与以前的实验既不完全相同也不过于不同。例如，有两个实验——一个实验给出了一个新的结果，然后进行检验。如果第二个实验太像第一个实验，那么，它不会增加任何确证的信息。极端的情形是，当第二个实验的每个方面都与第一个实验完全相同时，它就不再是一个独立的实验。在这种情况下，第二个实验只相当于第二次宣读了第一个实验的实验报告。

于是，确证力(confirmatory power)似乎随着一个确证实验与原实验之间的差异的增加而增加。例如，设想只有很小的差异，这种差异很可能只是所产生的两组实验结果在时间上的小差异，比如，相同的观察者几乎是立刻观察到第二次实验的结果。我们也许把第二次观察描述为相同的实验"操

作"(或恰好是一个仪表的读数),或者,某些其他观察结果霎那间保持稳定。

无疑,观察在一段时间内的这种稳定性,确实确证了最初看到的结果所赋予的"第一印象"。后来的每个读数,或者后来仪表保持稳定的每个时刻,都进一步确证了最初的印象。第二天,一个全新的实验操作提供了更有说服力的证据。另一位实验者用相同的仪器所做的实验更加强化了这种印象,而且,另一位实验者建造类似的仪器来观察一个可确证的操作甚至更有说服力。更令人信服的还是根据不同原理设计出的仪器产生了相同的结果,因为可以确信,这种结果肯定不只是最初提供的特殊仪器或特殊设计的人为产物。如果最终的证实会使一位最初相信相反结果更有可能的实验者感到惊讶,那么,这种确证力还会加大。[5]

然而,这个结论——一个实验与它前面的实验越不同,它就越有确证力——只提供了认识论争夺战的一个方面。通过列举另一个极端的例子,另一个方面也很好理解。假设在物理学中产生了某种令人吃惊的新结果。再假设后来有一位背景差异很大的人确证了这个结果,这个人最初并不相信第一次的结果是正确的,而且他所用的仪器在概念、设计和理论前提方面完全不同于最初使用的仪器。难道这是第一位实验者值得庆幸的理由吗?如果根据上一段的整个推理,再假设第二位实验者是游乐场的一位可疑的吉普赛人,他通过了解山羊的内脏提供了确证的结果,那么,答案一定是"肯定的"!即使把第一个实验与第二个实验之间的不同最大化,也不会使第一位实验者感到满意。确实,如果把内脏的结果引用为可支持的论据,这种效果可能是有害的。

如果我们回到差异程度较小的阶段,我们现在会看到,正如第一部分在差异程度较大时所论证的那样,情况肯定会有所好转。这样,如果这位吉普赛人使用了某种旧的技术设备,而不是使用山羊的内脏,看上去似乎会好些。如果让一个高中生代替这位吉普赛人,看起来还会更好(尽管在大多数情况下没有报道过最好的情形)。[6]如果这位高中生使用好的仪器,那么,情况将会更好。同样,即使是一流的物理学家也会使用破旧的仪器。这样,我们回过头来看,差异越大,确证力越强,最佳点好像在中间某处。

不幸的是,这场理论争夺战并没有稳定的平衡点。所谓的最佳解答也会随着多种因素函数的变化而变化。例如,对一个领域了解越少,一个完全相同的肯定实验对最初结果的确证就越有力。这是因为,在没有很好地设

计出关键变量时,在实验情境中的任何变化,不管表面上多么微小,都可能在条件方面带来无形而重要的变化。在一个不熟悉的领域里,科学家的所知不能确保两个在表面上相同的实验在本质上也相同。他们也不能确保实验结果相同。这种结果的观察确实增加了确证性——这相当于再次宣读了相同的实验报告。然而,对一个领域越熟悉,看似相同的实验的确证力就会变得越弱。这就是为什么学生在中学和大学进行科学训练时每天所做的实验没有任何确证力的原因所在。他们根本不是在检验他们期望揭示出的结果。

另一个复杂的因素是,虽然确证力通常随着实验差异的增加而增加(极端情形除外),但是,也存在着这样的情形,其中,当第二个实验总是最终等同于第一个实验时,确证力会随着相似性的增加而增加。当打算用第二个实验否证第一个实验时,就会发生这些情况。这是因为如果第二位实验者看不到所断言的结果,就会把两个实验在设计上的差异当做失败的原因。人们会说,第二个实验没有按照规定的操作来做。这样,否证的力度会随着第二个实验与第一个实验的相近程度的提高而提高。极端的情形是,实验者自己的"第一印象"不会通过再次观察自己的仪器或其他方面来得到确证。

因此,提出复制理论(theory of replication)的企图只不过造成了一团混乱——这件事不能帮助老鼠哲学家找到所规定的理论。为了使这件事更加有序,可能使人想到地球上哲学家拉卡托斯(Imre Lakatos)作出的修正。[7]这种修正包括把一个实验设计为两部分的分割原理:一是科学的可接受部分,二是科学的不可接受部分。同样,它把实验者区分为名副其实的科学家和不合格的科学家(或伪科学家)。我们很容易判断出吉普赛人和山羊内脏位于分割线的哪一边。给定了这种区分,我们就会说,在合法的科学中,实验的确证力会随着人员和设计的差异性的增加而增加,但是,当这种差异大到进入伪科学领域时,实验的确证力就开始减弱。最后,当达到像吉普赛人那样的极端时,就延伸到了与确证力相反的领域。对于否证实验来说,当在伪科学中的否证努力不具有任何可测的价值时,否证力会随着合法科学中的差异程度的增加而减弱。图 2.1 和图 2.2 表示了确证和否证的情形。

图 2.1 表示一个新的断言在不太熟悉的领域中的情形。一个实验稍微在原点的右边就会有相当大的确证力。完全相同的实验不可能提供任何确证,原点代表了这种观点。图 2.2 的曲线无限地趋于零差异。它之所以有

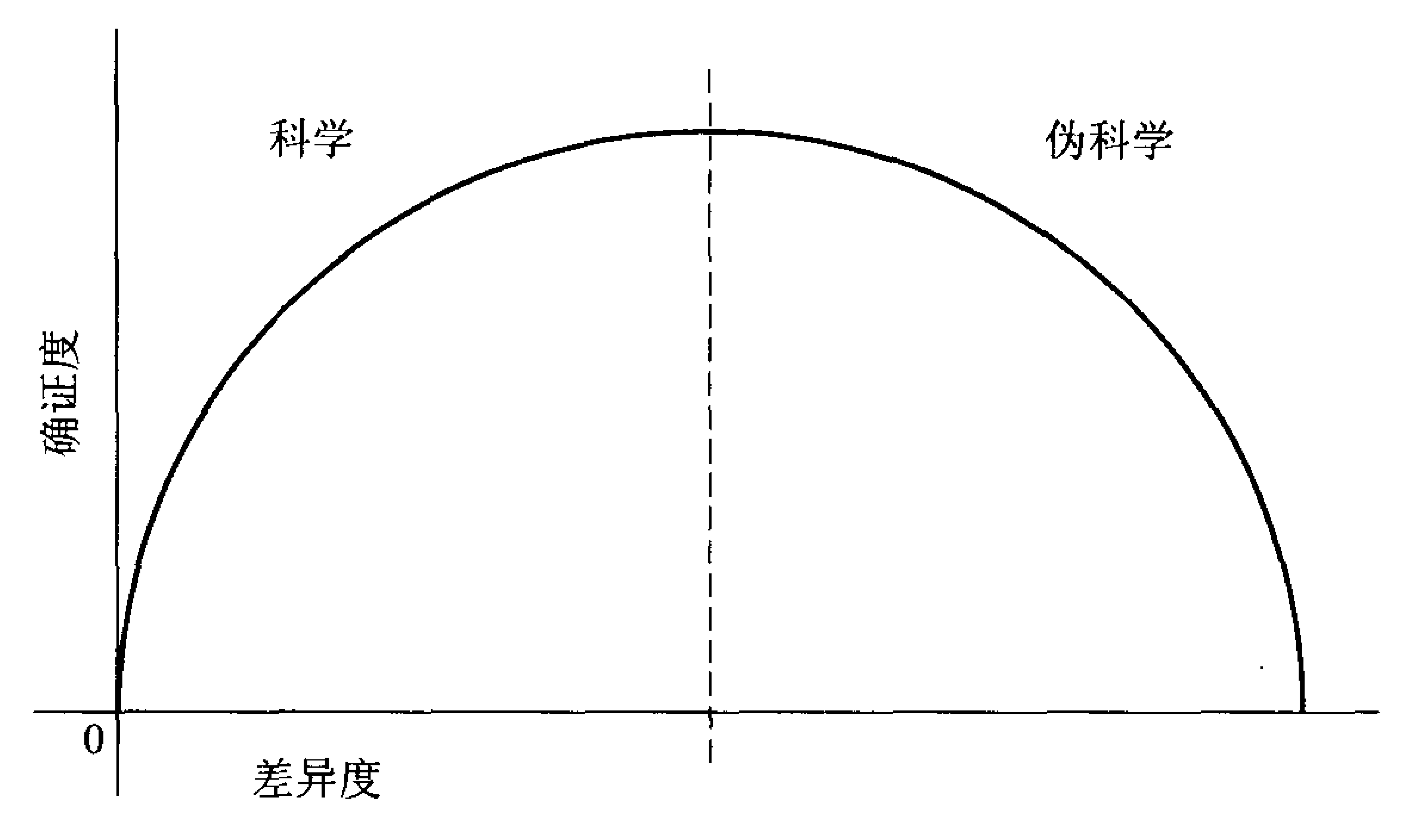


图 2.1 实验的确证

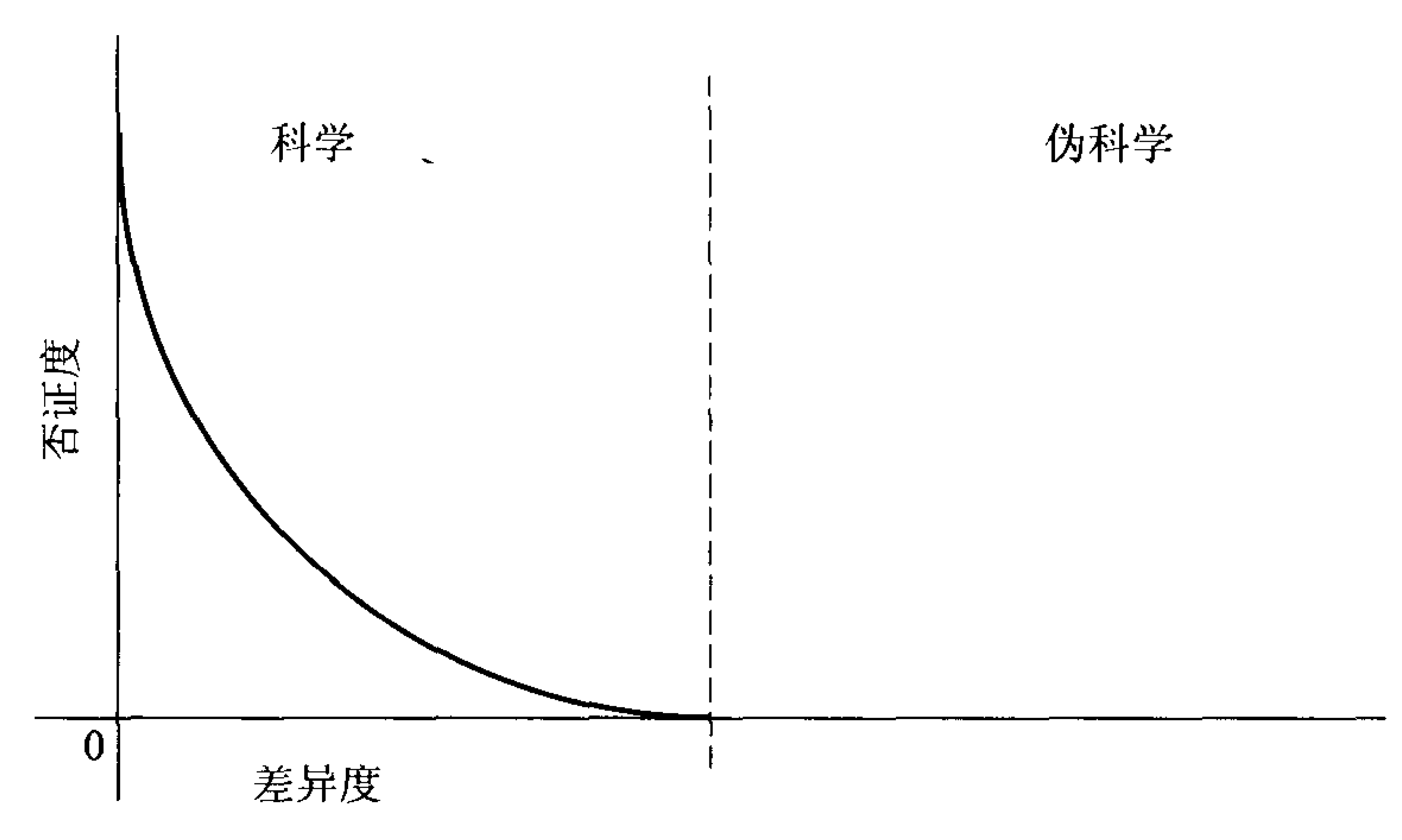


图 2.2 实验的否证

意义,首先是因为从来没有人看到过无穷点处的现象。[8]

于是,这里用一个理论连同图示来组织关于地球上计算机科学家的工作。毫无疑问,这个理论捕获了许多我们所知道的地球上的实在。科学家无疑认为,与原创者关系疏远的对手所做的实验,比其同事或朋友所做的实验更具有确证性。然而,如果这个理论是一个否证,将会认定来自一位(暂时的!)朋友的实验更能给人留下深刻印象。[9]

尽管如此,这个理论却有着令人望而生畏的困难。回过头来读一读本章前面提到的超心理学家的论证就会明白,这个理论不是研究诸如容易重

复(例如,在"随意重复"的意义上)之类的问题,也不是研究复制失败的尝试(这些尝试是否或何时才能被算得上是否证)。令本书的读者感到头痛的一个明显的难题是,理解两个实验的异同程度的一致性问题。这个难题首先是由波普尔提出的。建立这种类型的一个抽象理论是一件非常好的事,但是,人们并没有对下列问题达成共识:究竟哪个实验与从前的实验相似,或者,究竟哪位实验者确实是伪科学家?如果老鼠哲学家实际上没有亲自做过科学研究,它们又如何能解决这些问题呢?

老鼠为了理解这些问题,需要一个不同的出发点,即假设更模糊的判断异同的标准。

2.3 一个复制的经验模型

我们不以抽象的异同概念为出发点,而是假设老鼠探索人类所面对的这些概念问题。假设它们承认,在初始时刻"t_1"产生了某种结果"r",而且,在时刻"t_2"之前一直持续考察地球上随后发生的每一种活动。这种想法是要弄明白,地球上科学家如何判定各种活动的某个子集是否构成了对"r"的复制。如果在实践中有可能发现作出这种决定的方式,那么,它们实际上就发现了复制的规则。于是,就能彻底消除这种程序错误(programme bug)。

于是,老鼠将面对一个巨大的分类问题。它们必须处理无数的地球上的活动,其范围从高级的大脑活动到琐碎的令人反感的活动,并且只把这些活动限定在构成对"r"的复制的集合中。假设它们同意通过排除许多分类阶段中的活动来设法做到这一点。在某种程度上,这些阶段的精确数目和性质是任意的,但是,任何一种明智的方案都能过滤出从一般到更特殊的分类标准。下面是它们所采纳的这类方案。[10]

决定"复制性"的一种分类框架如下:

第一层次:排除一切与受试者"r"无关的活动。

第二层次:排除一切非科学的活动。

第三层次:排除一切与实验者的身份不相符的活动。

第四层次:排除一切非实验的活动。

第五层次:排除一切没有能力复制原有实验的实验。

第六层次:把剩余的部分划分为哪些是肯定的实验,哪些是否定的实

验。

第七层次:判定"r"是否被复制。

通过这个方案可能提出了关于复制本性的所有问题。我们将发现,在每一个层次上我们都不能明确地提供允许我们进入下一层次的划界标准。幸运的是,我们没必要受到这种问题的阻挠,因为我们只是追随老鼠程序的进展与想法。当我们发现一个没有解决的问题时,我们只是暂时忽略它。我们假设,老鼠有能力运用啮齿类动物的规则解决每一个阶段的划界问题。

第一层次:这个阶段通常不会出现太多的麻烦,尽管还存在着某些引发问题的有待完善的领域。超心理学再一次成为一个很好的例子。有人认为,所有有准备的身体运动都例证了心灵致动,因为它涉及心灵控制身体的问题。乍一看,似乎把这个实例中的身心之间的固有关系比作标准的心灵致动本领是相当牵强的。不过,人们能够证明两者唯一的区别是,在身体运动的情况下,心灵致动与物体运动之间的"差距"隐藏在体内的某个地方,而不是明显地让所有的人都看到。我们可以粗略地设想,对是否利用心灵致动现象的活动进行划界,会在老鼠中造成无数的吱吱叫声。在科学的其他领域,这个问题也相当模糊,并且人们发现,很难确定它们之间的差异。然而,我们将承认,存在着能够解决这个问题并使分类活动继续进行下去的啮齿类动物的规则。

第二层次:在这个阶段,应该有可能排除烦人的伪科学。排除像"r"是山羊的肝脏之类的预言,即使这类预言也是与主体"r"相关的一种活动,因而跳过了前面的分类层次。这个划界标准不是完全没有问题的,关于这类问题的争论是人类科学家所特有的。更有甚者,只要地球上的科学处于持续发展之中,就一定会出现这样的活动:它们一度曾被认为是"科学的",而后来不再被这样认为——例如,炼金术(alchemy)。还会有另外一些活动:它们曾被认为不属于科学范围,后来却进入科学领域——针灸疗法便是一例。不过,还是让我们过渡到下一阶段,假设老鼠有办法解决这个问题。

第三层次:在这个层次能够排除伪科学家,即使这些伪科学家表面上做出从事科学工作的姿态。有必要提出关于适当背景、训练和个人素质的标准。根据科学的发展本性和前面有关分析理论的讨论,能够再一次预见到要出现的问题。

在这个层次上,老鼠必须决定把什么算做实验者与复制者之间的适当的社会关系和认知关系。想想看,由科学家的母亲所完成的复制,确证力是

多么小啊！显然，这样的社会关系不在这个特殊范围之内。同样，其他亲缘关系或在同一个实验室工作的同事所进行的复制，价值也不大。困难在于，等同关系的例子——自我复制——有时是有价值的。在前面摘录的超心理学家的讨论中，普拉特的论证就是这方面的一个示例。此外，像在2.1.2节说明的那样，在不太了解的领域内，任何一种复制都有价值，这种观点是可靠的。

在关于心理学的2.1.1节讨论了期望效应，这带来的问题是，应该把适当的复制者的信念限制在什么范围之内。例如，在超心理学中，自从发现了所谓的“绵羊-山羊”效应（“sheep-goat” effect）以来，就出现了真正的困难（Schmeidler，1985）。这个效应是断言更同情超心理学观点的受试者和实验者（绵羊）会更容易表明或创造产生超常现象的条件。另一方面，怀疑者（山羊）不允许出现这种效应。如果承认“绵羊-山羊”效应，就意味着只有具有相似期望（肯定信念）的那些人才能复制超心理学实验。这样，在心理学中，期望效应理论使人们认为，与原要求者具有相似“偏见”的复制者是不合格的，而“绵羊-山羊”效应则使人们认为，具有不同“成见”的那些人是不合格的。[11]

不管怎样，我们将会看到，在科学中，批评者的肯定复制是异常罕见的事件。如果老鼠提出一个规则，把适当的复制者限定在批评者的层次，或者使他们与社会隔离，那么，由此所设计出的程序确实运行得很缓慢。

相反，值得注意的是，在超心理学家的评论中，尼科尔认为，在可预知的未来，任何一个能胜任的人都应该能产生出一种结果，包括心理学家、医生、物理学家或“其他任何人”。让我们假设，存在着啮齿类动物的解答，然后继续下去。

第四层次：什么是实验呢？科学家很少通过做实验形成他们的最初信念。大多数实验是非常困难的和耗时的，除非人们坚定地认为实验结果是有用的，否则，着手做实验是非常愚蠢的。尽管如此，对于那些即将被说服的人来说，不得不通过做实验来说服他人，或者“确认”一个发现。[12]

我们将会看到，当我们在后面几章求助于实际的实验工作报告时，实验几乎从不在第一时间起作用。确实，实验几乎从不起作用。这样，任何一位明智的实验者都应该料想到，他或她在实践活动中所做的大多数实验都是尝试性的和（在大多数情况下）错误的。它包含的不是适当的实验，而是一个又一个的预备操作（preliminary run）。这提出了一个严肃的统计学问题，

因为将一种实践活动归为“实验”——预备操作或实践尝试的对立面，会改变合计统计的结果。

超心理学案例又一次表明是有指导意义的。在猜纸牌实验中，一个“受试者”在不能看见目标纸牌的条件下，试着猜出这些纸牌上面的符号。批评者提出，众多这类成功的实验（在这里，统计分析表明，受试者已经成功地猜出相当数量的目标纸牌，但是，其总数只稍大于根据概率应该出现的总数）很可能被大量不成功的因而也从不被报道的实验所抵消。有人指出，否定的实验报告被保存在实验者的档案柜里，从来不公布于众。这被称为“档案柜问题”（file drawer problem）。因为统计理论只预测长期的试验结果，被大量不成功的试验所抵消的少数成功试验的存在，说明不了成功的原因。有些试验的成功纯属巧合。[13]这样，在超心理学和其他统计学中，把一项工作归为实验或预备操作，是至关重要的。

似乎对我来说，既然大多数实验是精致的，而且大多数时候是无效的（参见下面几章关于这个问题的经验讨论），因此，甚至在统计学中，只有当实验者达到了适当的技术水平时，才能适当地报道实验。但是，这意味着，任何一个人，在他们证实自己已经具备产生肯定结果的能力之前，都不应该报道一个否定的结果。这一定意味着从一开始就剥夺了所有实验批评者的资格，他们的所有结果都应该被看成是预备操作。这种最有说服力的论证形式同样适用于统计学和非统计学。像这样具有吸引力的是，就“评论者”被剥夺了对他人实验工作评论的资格而言，在整体上，这种论证看起来像是*归谬法*（*reductio ad absurdum*）。

于是，我们陷入了某种僵局，后面几章将阐述这种僵局的实践意义。我们暂时注意到，在超心理学家的引文中尼科尔提出的“随意复制”的要求和韦斯特在“演示”与重复实验之间作出的区分，然后，把这个僵局留给老鼠去处理。

第五层次：正是在这一层次，几乎所有的为提出一个“合理的”复制理论，或建立合计否定和肯定结果的统计方法所付出的地球上的努力，都瓦解了。下面通过考察罗森塔尔（1978）运用这种计算方法解决争论的尝试来提出问题。

罗森塔尔围绕自己的期待效应假说至少讨论了345个案例研究。[14]他和同事们发明了一种合计肯定结果和否定结果（或无效结果）的统计技巧。在这345个结果中，大约三分之二的结果是否定的（或无效的），大约三分

之一的结果是肯定的。然而,当完成计算之后他们发现,肯定的统计结果远远超过否定的统计结果。所以,这显然支持了这个假说。

只要假设实验中的变化完全归因于未知背景变量的随机波动,这类计算方法就似乎是很合理的。在这类情况下,只能预期有些结果将被证明是否定的或无效的。在这种统计方式中,这也是相当合理的论证(例如,参见注释 13)。然而,人们很可能建议说,既然实验是如此精致的事情,所以,只能合理地预期,在所讨论的 345 个实验中,大多数实验具有这样或那样的缺陷,而不是不合理地假设在三分之一的肯定实验中,全部或大多数实验是有缺陷的。统计计算无法区分出做得好的实验和做得不好的实验,当然,如果把最精细而完美的计算应用于有缺陷的工作,那么这种计算是无用的。

这样,为合计实验结果而提出一种运算规则的企图,取决于区分合格实验与不合格实验的可能性。事实上,罗森塔尔在其文章中(1978)已经承认了这一点。他在该文中指出,当为提出最好的标准而努力时,统计学还是支持了这种假说。他寻找特殊的方法论保护,或者寻找对实验程序(包括博士生所做的工作在内)的特殊监督,使人们接受这些尝试。[15]

重要的是要注意到,我是以一种特殊方式使用"不合格"这个术语的。这个术语不意味着蕴含认知的或操作的不合格,尽管包括了这些方面。我所说的一个不合格的实验是指,实验结果不支持所断言的假说。这样,即使人们在一个实验中已经适当地获得了证据,但是忽视了对这些证据的新颖说明,在这种意义上,所做的实验也是不合格的。这不意味着是"操作的不合格"。本书的其余部分将详细讨论关于合格与不合格的理解问题。暂时让我们关注这样的观点:一是超心理学家斯宾塞 - 布朗回应心理学家丹尼斯的观点认为,有可能给出一种诀窍来重复一个实验;二是普拉特认为,只有实验的基本性质需要重复。我们一定假设,老鼠能够找到它们自己的超越地球的解答。

第六层次:人们会认为,确定哪个实验产生肯定结果和哪个实验产生否定结果,并没有很大的困难。然而,还存有许多问题。其中,在后面几章所要讨论的一个主要问题是,科学家往往通过实验结果来判断实验的适当性。因此,假设有一个很坚定的信念,比如说,不存在超常效应(paranormal effect),批评者会认为,根据这种事实,似乎任何一个证实了这种效应的实验一定都是有缺陷的。另一方面,正如我们刚才所论证的,有人很可能会说,所有的批评者都没有资格亲自做实验,除非他们能够首先表明自己已经

具备了获得肯定结果的能力。这样,几乎所有的否定结果都被排除出局。这种反馈环使得关于实验成败的分配复杂化了。

一个有趣的特殊的超心理学问题是关于“肯定结果”的本性问题。超心理学家长期认同,受试者的能力不久之后就会明显下降。受试者很可能感到厌倦了、疲劳了,或分散了注意力。然而,人们会认为,既然在这个领域内“下降效应”(decline effect)是实验工作如此有规律的特征,这本身就间接地证实了确实有某件事情正在发生着。如果这种现象完全是人为的,那么,就无所谓下降!这种间接效应被称为超常现象的“指纹”。[16]另一个指纹是“绵羊-山羊”效应。这种效应的存在有可能把某些实验者的长期失败看成整个程序的成功!值得注意的是,在超心理学家之间的争论中,加德姆评论说,他感到令人信服的事情是,有些人能看到这种现象,而有些人则看不到。

最后存在的问题是,把哪个层次的统计意义当做肯定结果。通常,如果在每100次试验中一个肯定结果完全偶然发生的可能性小于5次——所谓“5%的水准”,那么,社会科学家将非常乐意考虑肯定结果。如果根据可预知的统计理由,在公开的文献里每20种结果中只有1种结果是错误的,那么,这样的学科是恰当而有效的。如果认为结果与出版物或公开的证据相符合,那么,其他学科需要更高水准的统计意义。在物理学的大多数实验结果中,如果一种结果是如此的不明确,甚至使统计分析成为多余的,那么,就认为这种结果是值得怀疑的。对于在不同的地方接受不同水准的统计意义来说,似乎没有一个基本原理。[17]

第七层次:假设我们承认,老鼠哲学家经过前面的层次会说出它们的方法,而且,求助于必要时提出的啮齿类动物的规则,获得了关于主题“r”的一组科学实验。这些实验全部由合适的研究者完成,并明确地赋予否定结果或肯定结果。那么,能很自然地把这理解为已经复制了“r”吗?有三种情形值得考虑:所有的结果都是肯定的,所有的结果都是否定的,或者可能存在着肯定与否定的混合。

从所有结果都是否定的最简单情形着手,问题还会是:“完成足够的检验就能证明结论吗?”所完成的检验很可能不是根据能胜任的技巧与决心进行的。虽然前面评论过这个问题,不过,那只是根据合格的个别实验来讨论的。老鼠裁定,通过第七层次的每个实验都是合格的,但是,既然没有一个实验能决定这个问题,所以,不管这个实验似乎做得多么好,仍然存在着

究竟应该做多少个否定实验的问题。毕竟,在一系列检验中,整个问题是根据证实一个观察是否具有可重复性来表达的。那么,这个系列必须有多长呢?

另一方面,如果实验结果全是肯定的,这会看起来"好得令人难以置信"。正如上面所提到的,加德姆对实验结果的可变性(variability)印象很深,如果我们承认实验的精密性和可误性,假如所有的结果都很完美,这种情况是令人惊奇的。还存在着其他情形,在这些情形中,不应该预期一连串的肯定结果。在第4章将要讨论的引力波案例中,监控来自银河系或银河系之外的信号,并预计这样的信源可能是波动的。事实上,韦伯(Joseph Weber)确实认为,信源的这种波动相当合理地说明了他的发现是无法确证的。在探测宇宙信号的过程中,成功与失败的合适比例是很不明确的,而且,永久的肯定结果可能是很不适当的。

最后,假设结果是肯定与否定的混合,这种结果能够得到确定吗?实际上,我们将会看到,给定一个实验的价值,无论是肯定的还是否定的,似乎都依赖于科学家相信所研究现象的先验倾向性。经常引用的一个明确成功的否定实验的例子是由伍德(R. W. Wood)所做的"N射线"实验(例如,参见Langmuir, 1953)。法国科学家布朗德洛特(Blondlot)断言,在适当的环境中,这种射线会由生物体发出,并很容易看到。伍德被请来目击这种射线时,他在黑暗中拆除了仪器的一个重要部件——所以才有了这个故事——然后在布朗德洛特持续"看到"射线时在一旁观察。这个故事被报道后,消除了对N射线实验的全部信任感,至少在法国以外是这样。因此,可以说,一个单独的否定证明具有的价值相当于布朗德洛特和他同事以前产生的所有肯定结果的价值。

这个决定性的否证故事与经常引用的通过迈克尔逊-莫雷实验(Michelson-Morley experiment)和爱丁顿(Eddington)观察太阳光线弯曲实验对相对论的决定性确证的神秘性相匹敌。于是,老鼠不得不采纳即使在这种最后的分类层次上地球人类(terrestrial creatures)都不知道的一个标准。

我们必须承认,在筛选过程的每个层次上,老鼠都提供了对我们人类不了解的问题和不确定性的某种解答。用本故事的术语来说,还没有根据这个方案对我们"进行编程"。这是不足为奇的。在本故事中,人类一直工作在"开放系统"当中。更有甚者,人类在从事科学研究时正在提出"以相同方式进行下去"的规则,而不是应用这些规则。换言之,他们正在提出这个

概念系统,而不是运用它。第1章以排序的方式——观察异同的问题——探讨了行为问题。在开放系统中处理问题的能力,恰好是我们无法说明的。于是,令人感到惊讶的不应该是地球上计算机(地球上的科学)在其他某些领域内运行得很慢,而是它在运行着。令人感到神秘的不是无序,而是有序,几乎在人类的每一种活动中有序都是非常明显的。

人类要在新的科学研究领域中确立与维持秩序,需要以某种方式研究这种开放系统。建立这种秩序的一个方面是在把什么现象看成可复制的这一问题上达成一致。实际上,在无权使用啮齿类动物规则的前提下,人类通过分类层次和认可每个层次上的划界标准,成功地协商他们的方法。对我们来说,啮齿类动物的解决方案是难懂的——即使我们不能分析或阐明老鼠的行为规则,我们还是成功地生活在开放系统当中。

(某些)科学哲学家的计划是详细地阐述这些规则。为了科学进步更加有效,那些有特殊抱负的哲学家希望详细地阐述这些规则。在本故事中,他们的计划是写出老鼠哲学家的程序。[18]人们为了揭示适当的科学行为规则,不得不赞同这种努力。如果这种探索是成功的——如果啮齿类动物的规则能被发现和说明——那么,就有可能像本故事中的老鼠所希望的那样运行地球上的科学。为了追求正确的科学方向,有可能提供一个像数字计算机那样的程序。数字计算机的每个部分的行为都是可推断的,那么在这个意义上,每个行动者/每个组分都扮演着可推断的角色。

另一方面,我们在第1章中看到,人工智能的研究目的正是建造一台表现出像开放系统中的人那样的计算机。显然,理性主义哲学家的计划和"人工智能专家"(著名的人工智能研究者)的计划是一致的。前者希望发现人类行动的正式程序,而后者希望写出模仿人类行动的程序。双方所寻找的实际上是同一个程序,尽管他们是从相反的方向接近这个程序的。从啮齿类动物的视角描绘人类科学——因此,把人类看成是更大的计算机的组分——使得这两种计划的趋同性更明显。[19]这两个问题的同一性意味着两个领域中的研究者能互相学习彼此的许多成败经验。

后面几章将在实践中考察科学家的工作。首先在这些章节中确立与说明我的下列断言:实验是精密的、可误的。接下来的两章考察在新的科学领域中正在建立的被表述为"以相同方式进行下去"这一规则的企图与方法。

第3章　复制 TEA 激光器:维护科学知识[1]

这是“简单”的复制案例——在这些案例中,啮齿类动物的规则几乎不会出现问题,而且在那里,有序行为最容易得到实现——这两点是最神秘的。只要我们把简单的科学确实看成一件简单的事情,就很难再把科学看做社会成就了。由于这种理由,我通过对建造激光器案例的分析,开始了本书的经验工作,建造激光器是一种直观的“常规”科学,而且在这里,现象无疑是能够被复制的。

3.1　TEA 激光器

一台激光器产生一束有效的“相干”射线,通常是可见光,这种光能够被很好地聚集在一起,因而会破坏它所击中的小部位。通过把能量输入发射激光之物质——可能是一块红宝石或一种气体——的分子当中,然后以同步的方式释放所有这些能量,就产生了这种光束。TEA 激光器用气体作为发射介质,产生红外线而不是可见光。这种射线如果完全聚焦的话,可以使混凝土汽化或者溶化镜子上的银镀层。然而,这个故事的关键部分首先不是取决于气体分子释放能量后会发生什么,而是取决于这些分子是如何被激发的。

TEA 激光器用二氧化碳(CO_2)作为发射激光的介质,其中混合有一定数量氦气和氮气。这种气体被封闭在一个玻璃管或有机玻璃管中,并通过放电被激发。当一种气体用这种方式被激发后,它就会发光。氖显示管是被电激发的氖气管,例如,商店里用的指示灯。发光的颜色取决于气体的性质,氖发红光,而 TEA 激光器中的气体则产生令人赏心悦目的淡粉色/白色/淡蓝色的光。

一个标准的气体激光器,像一根氖显示管一样,在管子的两端接上电极,里面密封的气体被施加给它的高压所激发。使用适宜的气体和电压,并在管子的末端安装上合适的光学窗和反射镜,就制成了一个激光器。然而,根据这样的装置,如果气体处于低压状态,即气体的压强很小,那么在激光器(和显示管)中只会获得均匀的发光放电。随着管内压强的增加,越来越

难以"迫使"电流通过气体。电流通过所需要的电压越来越高,在"高"压下,电流只沿着一个窄通道流过并且突然猛增。这就是我们所看到的一次"放电"或一次"电弧"击穿。其中,闪电是最常见的一个例子。不过,激光器需要的是辉光放电(glow discharge)。

气体激光器的功率与能被激发的气体总量成正比。在特定大小的容器中,气体的总量与气体的压强成正比。这样,根据辉光放电的需要,气体激光器的功率一开始就受到了必需的发射激光介质的低压限制。这正是TEA激光器所要突破的障碍。TEA激光器使用大气压下的气体,它在这种"高压"气体中通过下列方式产生辉光放电:通过使用高电压;通过把电极安装在管子的两侧而不是两端,以使电极间的路径更短,且增加它们的活动空间;以及通过脉冲放电而不是连续放电。这就是把它称为"横向激发大气压 CO_2 激光器"(Transversely Excited Atmospheric pressure CO_2 laser,简称TEA激光器)的原因所在。建造这样一个装置的困难在于电极的结构、形成电脉冲的电子器件和高压。这些将是下面所要讨论的主要特征。

3.1.1 外形和结构

我所看到的TEA激光器模型中的气体管有三个喷雾罐大小,首尾相连排列,相当于一个高尔夫球袋大小。这种小的早期装置使用了圆形玻璃管,而"庞然大物"(Jumbo),即稍后将要讨论的功率更大的激光器之一,使用了横截面是方形的有机玻璃盒。既然这种气体处于大气压(或略高)的压强下,因此,在准备气体管时,不需要在防漏、防破等方面做任何特别的处理。确实,第一篇发表在《新科学家》杂志上的文章揭示了这种激光器的现实性,文章的标题是"胶合板激光器",它引起了人们对相对简单的气体管的注意。

排列在管内两端的电极(正的"阳极"和负的"阴极")很容易看到。在1969年至1979年之间,随着工艺水平的提高,大大地改进了这些设计。早期模型被认为是"针-棒"(pin-bar)激光器,因为一个电极呈光滑的棒状,另一个电极呈一连串的针状。后来的装置,比如特大功率的激光器,在它的一侧巧妙地使用了可弯曲的金属片,对面另一侧使用了带有一行"触发线"的翅片。

这样一种装置的电子系统含有一个电压能增大到约60 000伏的"功率单元"(图3.1中的 A),它通常是一个"延迟"项。功率单元控制一个"一级

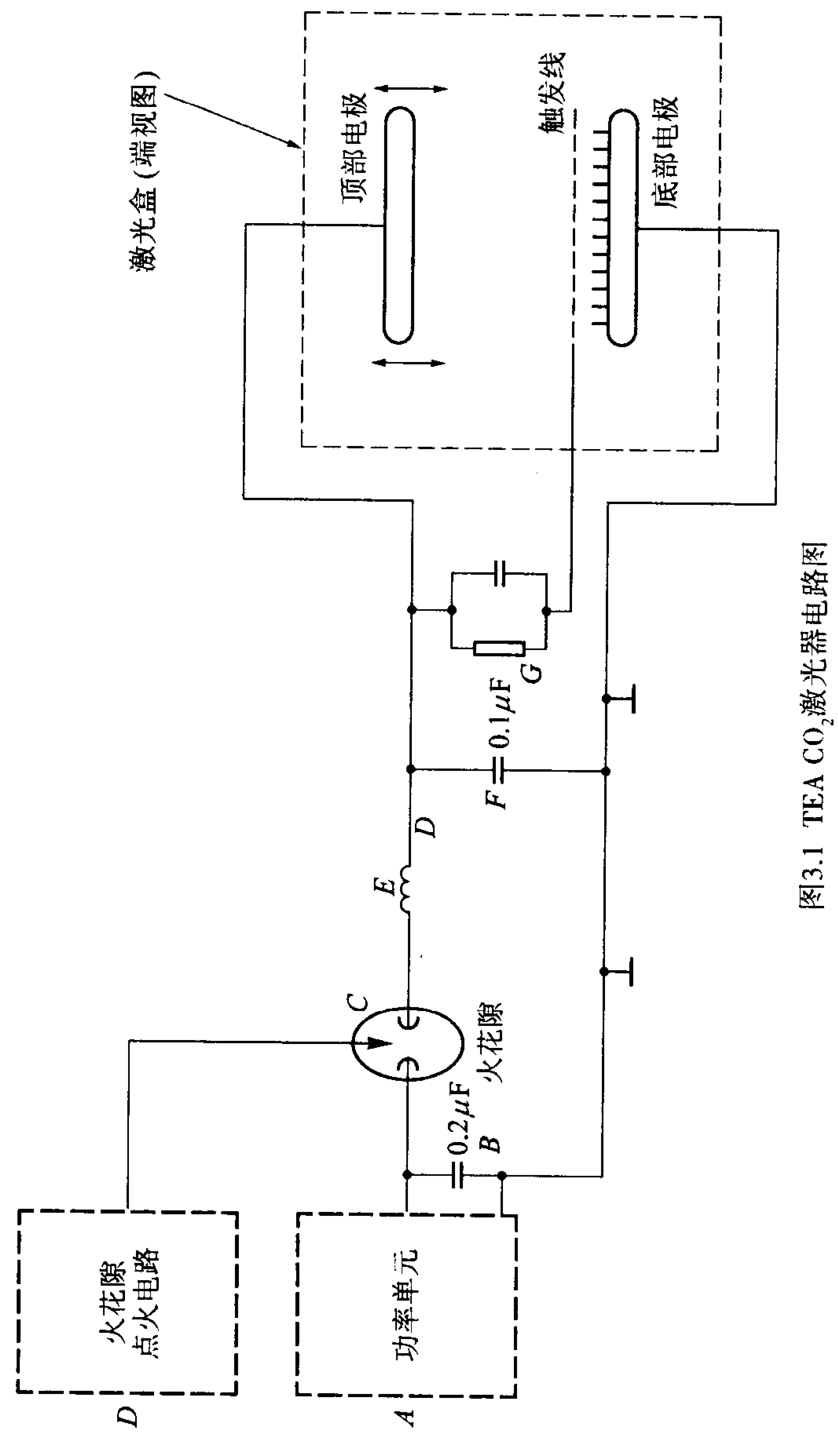


图3.1 TEA CO_2激光器电路图

电容器”或几个电容器(图3.1中的*B*)。这些电容器一旦充满电,就需要穿过它们的两个电极放电,为了达到这个目的,需要一个特殊的“火花隙”开关(*C*)。这个开关本身是一个充满少量气体的小管,通过在它里面产生一个瞬间放电来导电。为此,可使用一个普通的汽车火花塞,但是,需要一些附加电路(*D*)来激发它。

电容器放出的电脉冲必须是正确的“形状”。例如,它必须快速且稳定地升高,而不是“不平稳”地升高。这种脉冲靠经过一个“电感器”(*E*)和“二级电容器”(*F*)形成。在更复杂的激光器中,一部分电荷通过“电阻-电容器(rc)电路”(*G*)到达触发线。图3.1代表了一台较复杂激光器的简化电路图。[2]在这种设计中,顶端电极的横断面叫做“罗戈夫斯基剖面”。像这样的设计,运用在触发线与底端电极之间的一个小触发脉冲开始放电,称为“双重放电”(double-discharge)激光器。设计这个触发脉冲是为了在放电管中产生一个气体“预电离”(pre-ionization)的小区域。

3.2 早期激光器的复制:知识传播

在20世纪70年代早期,当还没有其他人能够在大于半个大气压的条件下成功制造出气体激光器时,加拿大的一个国防研究实验室——我称之为“原始发源地”——宣布他们制造出了TEA激光器。事实上,这种装置早在1968年就已经开始运行了,那年秋天又建造了一个更复杂的装置,但是,在以后的两年间,这两代激光器被指定为机密。

1971年和1972年,我决定向那些打算在英国重造激光器的科学家咨询,目的是搞清楚他们为了复制原始实验的结果都做了些什么。[(3)] 1971年夏天,我查明了已经或正在建造TEA激光器的七个英国实验室所在的位置,并参观了其中的六个。[(4)]这是自“原始发源地”宣布制造出第一台激光器消息之后18个月的事情。1972年秋天,我访问了五个北美实验室,那些英国实验室建造激光器的知识,可能就是从它们那里转移来的。

上述七个英国实验室包括两个政府管辖的实验室和五所大学的物理系或应用物理系的实验室。五个北美实验室包括两个政府管理机构管辖的实验室(两个都在加拿大)、美国一所大学一个系的实验室和属于同一家美国公司的两个独立的研究实验室。

我发现,建造一台TEA激光器的能力的传播并不是一件简单的事情。实验室之间的知识流动(flow of knowledge)在许多方面受到了限制。有些

限制因素很有趣,不过,对此进行研究没有太大的意义,有些限制因素似乎已经超出了实验室之间的竞争范围。例如,一些落后的研究中心很有潜力,但是对他们有用的许多通信联系却无法得以实现(Collins,1974)。由竞争引起的第二种限制因素影响了已经实现的通信联系。在有些情况下,知识经验丰富的机构(knowledgeable institution)并不完全对学习机构(learning institution)的成员开放。例如,一位科学家报道了他访问另外一个实验室时的情况:

> 他们大致向我演示了它看起来像什么样子,但是,没有向我透露他们处理易损反射镜的方法。不是我拒绝,而是他们很谨慎。

他们运用的一个更聪明的策略是回答问题,而不是真正自愿地提供信息。这维持了表面的开放性,而且保留了许多重要的信息项。他们的用意将不会对询问者明说。一个科学家指出了这一点:

> 如果他们来这里参观激光器,通常的方式是回答他们的问题,但是……尽管我们有兴趣以信息交换的方式回答他们的问题,不过,我们还是会有所保留。

另一个短评是:

> 要我们说,我已经说出了实情,只是实情,而不是全部真相。

就本书而言,更重要的限制所起的作用是本能地设法隐藏信息。第一,没有任何一位科学家仅凭在出版物或其他书面资料中找到的信息,就能成功地建造出一台激光器。例如,设法重造激光器的每一位科学家都是从私人交往和讨论中获得必要知识的关键部分。第二,没有任何一位科学家是从没有亲身体验的"中间人"(middle man)那里获得信息来成功建造出TEA激光器的。第三,即使信息提供者已经成功地建造出一种装置,知识也像我们所看到的那样自由流动,但如果初学者与信息提供者之间没有长期的联系,也不可能获得成功,而且,在有些情况下,根本不会成功。长期联系的方式可能是实验室人员的互访、定期合作或一系列访问与电话交流。我们注

意到典型的情况是,一位实验室的访问者设法建造出了一台激光器,但它却可能无法运行,因此,接着就会有另一次访问,而且,如果有望成功的话,将会出现一次或多次电话交流。至少有一种情况是,当按照这种顺序所获得的结果屡遭失败之后,不成功的实验室最终会放弃建造激光器的努力。

总之,知识的流动是这样的:首先,它只在与有成就的实践者有私人联系的地方传播;其次,它的传播过程是无形的(invisible),因此,科学家在激光器研制成功之前,并不知道自己是否已经掌握了建造激光器的相关专业知识;第三,它是如此变化无常,以至于类似老师与学生之间的关系可能会引起知识的传播,也可能不会。如果建造激光器的能力的一个关键部分是"意会知识"(tacit knowledge),那么,它就使知识流动的这些特征具有意义了。

3.2.1 意会知识

意会知识是由波兰尼(Michael Polanyi)命名的(1958, 1967),意指在没有明确告诉我们如何进行技能操作的前提下,我们履行技能的能力。标准的例子是骑自行车的技能。一位新手阅读与学习再多的物理学和自行车动力学,都不会使他马上学会骑自行车;另一方面,骑车能手通常不能准确地描述有关骑车的平衡动力学原理。当一个人觉得自己向右边倒时,他会把车把向右转吗?或者,当一个人感觉将要失去平衡时,他会调整自己的重心吗?骑车人毕竟不知道这些。骑车人所做的是在"骑一辆自行车"。骑车的经验很少涉及在预料到会马上摔倒的时候如何通过谨慎的平衡动作就一定能避免摔倒(除非速度很慢)的经验。就算在你开始学骑车的过程中,尽可能地告诉你需要如何保持平衡,似乎也没什么助益。这是一件需要反复练习直到完全掌握骑车技能的事。

我们通常会在实际应用中发现意会知识,比如,骑自行车或其他一些"需要技能的"工作。然而,这同样适用于精神活动。为此,我们回到前面举过的例子:一个社会群体中的成员有能力在"2, 4, 6, 8"序列后面很自然地续上"10, 12, 14, 16",甚至对此不假思索,也有能力拥有外国人和新生儿所不了解的东西。有时我们把这称为"社会技能"(social skill),不过,在不过分曲解这个术语的前提下,我们可以称其为意会知识。它构成了正规学习所依赖的基础。如果我在学校学到了某种代数运算方法,而且,老师告诉我下一次遇到同样的问题还可用同样的方法运算,那么,我可以说,正是

我的意会知识告诉我什么才算同样问题的下一个事例,也告诉我以同样的方法处理问题是什么意思。(回顾一下第1章所讨论的关于同样指令的主要分歧。)(5)

3.2.2 两种学习模型

这种讨论提出了两种学习模型。一种模型取决于在多变情况下关于做什么的一组正式指令或一部分信息的知识概念。这种模型把知识看成能使计算机执行程序员意图的那种信息。知识被作为一种信息,使计算机能够执行程序员的意图——我将称之为*算法模型*(algorithmical model)。另一种模型把知识看成一组社会技能,或者至少是以一组社会技能为基础。这正是儿童或外国人在理解以"相同方式"进行下去是什么意思之前必须知道的东西。同样方式要么是鸡尾酒会上所需要的,要么是视听打字员所需要的,要么是物理学家、数学家、超心理学家或激光器建造者共同体的人员所需要的。我称之为*文化适应模型*(enculturational model)。

如果建造激光器的一个关键部分是意会知识,那么,书面信息就不是全部的资料来源,对此我们不应感到惊讶。同样,人们不会期望一个自己还没有掌握技能的"中间人"能够传播意会知识。进一步地说,既然建造激光器的技能,止像骑自行车的技能,在其转移与占有的过程中是无形的,因此,自认为知道了如何建造激光器的科学家发现,他们并不知道如何做——这与一位以前从未骑过自行车的动力学专家将会从自行车上摔下来一样正常。最后,技能转移并不完全是由科学家之间的私人联系的广度来决定的,对此我们也不应该感到奇怪。毕竟,正如使用其他技能,最长时间的训练也不能保证熟练掌握。所有这些都是学习与交流的文化适应模型所预期的结果。它们不是根据算法模型得出的。

对一些建造者来说,TEA激光器建造者的知识中有一部分是意会的,这是显而易见的。例如,1972年,"双重放电"激光器的发明者向我描述了下列与这种激光器相关的知识动态和发明过程:

> 首先,我们用一排翅片代替针,但是,效果并不太好。我们认为,这可能是因为场太均匀,所以,我们在翅片旁边放了一行触发线来干扰场的均匀性。于是,我们开始发现了一些现象。这样做确实改善了放电状况,但是,有延迟。它的工作原理与我们最初使用的基本原理明显

> 不同……
>
> 直到今天,关于如何使这些装置正常工作,仍没有一个明确的想法。现在,我们甚至发现关于如何控制这些装置性能的问题还是未知的……
>
> 我有[它们是如何运行的]四种理论,这四种理论是互相矛盾的……[在机器操作方面]关键部分在于机器安装,以及你如何把所有的东西组装在一起。在机器结构的电子特性方面……这就是建造激光器的全部机密(black art)。

还有,1972年,在不同实验室关于特殊电极形状的信念与操作方式方面,能够看到一些正式有用信息的误导性:一个信息发源地的实验室提供的信息是一组所谓的"罗戈夫斯基剖面"方程,以及小的加工公差的模糊观念;另一个实验室无法克服电极制造中的困难。与此同时,英国的另一个实验室大致根据模板和别人所提供的操作信息生产出各种模具,而美国的一个实验室只用了几段铝杆,两家都完全成功了。知识流动的多变性(capriciousness)是明显的,因为即使是成功建造出能工作的激光器的那些人,也并不完全理解它!

3.3 1974年和1979年的激光器建造

接下来是对一位试图复制另一种激光器的科学家的更加详尽的调查。哈里森(Bob Harrison)博士(当时在巴斯大学)是一名物理学家和非线性光学专家,他在1974年初提出了一个建造双重放电TEA激光器的设计方案。哈里森曾有过根据这种设计方案制造出激光器的操作经验,他还与经常使用相似装置的主要实验室有密切联系,并定期访问这个实验室。我说服他坚持写工作日记,还定期访问他的实验室,并帮助他操作激光器。

哈里森后来调到另一所大学,同时,带走了他那能工作的激光器(绰号为"庞然大物")。1978至1979年,他建造了与这个"庞然大物"相近的一个装置,我得以亲临现场,在几乎是从第一次试验到最终成功这段研发的关键时期,帮助他们做一些事情。本章以下部分将描述这段工作。

3.3.1 建造"庞然大物"

尽管哈里森具有经验,也有出色的交际,但是,从零件组装到最终排除错误而使"庞然大物"工作,他花了6个月的时间。有些是无法控制的外界

耽搁，比如，返工与修理有缺陷的加工零件，以及维修漏水的实验室房顶。然而，大部分时间还是花费在仪器的“调试”方面，或者，我更喜欢说花费在提高相关的意会技能方面。建造“庞然大物”的详尽说明已经在别处公开发表(Collins and Harrison, 1975)，我只介绍与本书主要论点相关的部分。

“庞然大物”的某些零件与哈里森以前操作过的激光器的零件相同。毫无疑问，激光腔和电极是由与哈里森有联系的实验室提供的。他所发明的“庞然大物”在设计上之所以不同于这些模型，只是为了使电子元件更有序，因为哈里森渴望使整个装置便于携带。例如，把高压元件安装在激光腔下面一个可移动的触轮上。哈里森(以下简称为“H”)描述的一般设计原理如下：

> ……用高压材料，使一切保持很好的隔离……我知道操作原理——在大气压下，空气中的击穿电压是每厘米30 000伏——这附加了一种直觉。但是，这是很难解决的事情——击穿是在两个平面之间发生，还是在两个点之间发生呢？——所以，实际距离比大约估计的距离大得多，这就意味着……我有充分的根据保证自己有500%或1000%的安全系数……恰好使器件很好地隔离开——谁需要忧虑呢？

3.3.2 元件之间的电弧击穿

所遇到的第一组问题是，利用装在触轮上的不同电子元件之间的电弧击穿(在大约60 000伏时的巨大瞬间放电)。特别是，一些“弧光”发生在两个接地点之间，这些接地点应该有相同的——零——电压！

> 例如，我有使电容器接地的连线，即一根地线，然后，地线也许会轻触电容器的外壳，当然，这意味着接地，而且，就人们所看到的而言，在地线与电容器的外壳相接触的地方会有击穿。

H还发现，用远远大于耐压为每厘米30 000伏的高压材料隔离开的元件之间有电弧击穿——距离是“大约估计的”。H知道，如果器件有明显的点，这可能被解释为产生了“暗场发射”(dark field emissions)，即当电压足够高时，可能最终突然击穿。这个暗场发射通过空气的预电离为电弧击穿准备了一条通路。

> 但是,你会“不相信”这种观点,因为它是一个持续了100年,至今还相当难以理解的主题,除可控制的物理条件之外,比如说,你有两个平面,也许还有一个点。但是,在你遇到一些曲面和棱边的地方,你确实看不到击穿,任何事都有可能发生……但要记住,当我们有了真正大范围的击穿时,那是从高压到地,理性地看,这恰好是无意义的,因为有一个残忍的底座把它们分隔开,或者,有点荒唐,它看起来好像是正在对木头形成弧光!

H用最实用的方法解决了这些问题:凡是在地与地之间出现击穿的地方,他都用聚乙烯片绝缘;凡是在高压元件与地之间出现击穿的地方,他都用聚乙烯瓶碎片覆盖所有的点与边。在使电容器闪光、发出巨响、闪亮地击穿、绝缘、闪光、再绝缘等这个过程中,我帮了忙。最终,H不得不用聚乙烯片遮盖大多数元件。

H与一位同事讨论了地对地击穿,他们一致认为,它可能是与“暂态电流”相关的一种现象。这些可能来自普通导体间的电势差,在这里,电流脉冲的上升时间是很短的。

> 这是直观证据——“我的年轻人,当你使用短的高压材料时要当心——里面潜藏着瞬变而古怪的东西”。这是口头语。这是逐渐形成的一项技术。人们只是向你提供了指导,并且说,“啊,这是预料到的”,实际上,不完全合格……[暂态电流假说]被证明是明智的,但显然,只是明智而已,因为根本没有别的可接受的理由。

3.3.3 探测线圈

最后,当这种反复实验(trial and error)绝缘程序取得成功时,H又遇到了激光腔内特有的问题。他无法获得所要求的辉光放电,只有火花和弧光。当他用不同的电极间隔进行试验之后,他推断说,脉冲的形状(参见前面)一定是错的。因此他决定运用早期掌握的技术监控放电脉冲的形状。这包括在一个高压线区,用一台示波器监控一个小的电感线圈。H很快发现,他的线圈收到了如此多的来自激光器的无线电频率的噪声,以至于完全掩盖了脉冲形状的信息。他花了一些时间移动附近的探测线圈、屏蔽电线、在

示波器上使用法拉第屏蔽等,最终他不得不放弃,因为这些防御措施中没有任何一个能充分降低噪声。他对这一点的评论是:

> ……相当绝望——我想:"我从现世走向地狱了吗?"我打电话给D[H的主要联系人],并说:"这是一个玩笑。"试图掌握它[探测技术]存在着很大的问题……虽然——坏家伙——我以前打电话给他,他也告诉我怎样做,但是他没有告诉我,这是一件残忍的实际上不可能做到的事情。我相信这一点——因此,我决定离开,而且不能相信我所经历的这些事情。

于是,H决定访问他所联系的实验室。

3.3.4 导线和导管

> 于是,我的境遇是——唉,我将如何对付这个可恶的激光器呢?它是发生弧光,而我不可能[监控放电脉冲],所以我想,让我们做一次旅行[去保持联系的实验室]吧。确保像导线长度、玻璃管[这些是较低功率激光器电极的组成部分]之类的简单特性看起来是对的。假如它们确实错了,就让我们来纠正这些错误。

H知道,从电容器到电极之间的导线要短,玻璃管要光滑,但是,对这些并没有给出任何量化指标。他在设计和建造自己的激光器时评论说:

> ……必须相信,上帝才知道电容器花费多少英镑——我知道它们必须是靠近的,只不过,它们究竟有多近,我实际上没有[用心进行太认真的思考]。因此,我把它们在方便拆装的垂直位置上一个挨一个地排列起来:这样很方便——我知道它们是靠近的,同时,我们不想由于结构太复杂而浪费时间……

这些导线像最初的构造一样大约有8英寸(约20厘米)长,正如H所言,这"比任何标准都短"。至于玻璃管,H知道它们必须像过去一样光滑。他说:

> 事实上,在那些日子里我就曾与利弗莫尔(Livermore)的一个小伙

> 子沟通过,当时,他在那里工作,不是从事TEA激光器的工作,不过,他认识一些搞TEA激光器的人,并向我提供了一些信息。那时……我们只知道是光滑的,但不知道有多么光滑,后来,他写信给我,向我提供了所有这些数值,这些数值意味着是难以置信的光滑。所以,这总是支持了你的看法——你使这些器件尽可能的光滑。这就是自始至终的标准。

当H返回提供信息的实验室时,他注意到了他从前没有"看到"过的东西。他发现,他们的电容器线比他的电容器线短得多,"它们应该有多短,并没有限制,只是越短越好"。这使科学家潜心于把他们的电容器反转过来以减少导线的长度。H过去没有注意到这一点。正如他所说的,没有任何理由说明,为什么下至电子元件的具体定位他都应该做得与提供信息的实验室一模一样。

H一回来就拆开了电极底部来检查玻璃管。他所看到的是,功能模型中的这些玻璃管很光滑。他发现,他的玻璃管恰好与下面的电极不匹配:它们略大些,于是,它们的管内不够光滑。在克服一些困难后,他设法在电极底部安装更光滑的导电管,而且把电容器倒过来安装,以使导线更短。

当重新组装了激光器之后,H再次对它进行测试,他发现,在电极之间仍发生弧光。所有这些调整都没有解决根本问题。

3.3.5 阳极标志

然后,H给有联系的实验室打电话咨询另外一个棘手问题,即如何处理火花隙。他偶然谈到,电极之间的弧光放电是指明了阳极。他知道,别的TEA激光器系统在电极上留有标志,于是,他不会对发现的阳极效应感到惊奇,所以,他"附带地"补充了这个评论。然而,这促使实验员建议H核对电源的极性。当电极偶然地被错误连接起来时,实验员看到了阳极的标志。

H没有完全排除这种可能性,尽管他认为这是相当不可能的。不过,他很快用仪表进行了检测,事实表明,他的功率单元产生的电压是+60 000伏,而不是-60 000伏。H在重新安排了电极的连接并处理了一些次要的发生弧光的问题之后发现,他最终能在激光腔内获得所要求的辉光放电。

他当时评论说,如果没有一次幸运的电话沟通,他一定还会继续花时间和精力进行毫无结果的核查,也许直到其他偶然事件迫使他注意到反转极

性这一基本错误为止。

就 TEA 激光器建造技能交流的本性而言，这种描述证实了网络研究的发现。在 H 的信息资源中，很难用任何资料不足的理由来说明他遇到的问题。给他提供信息的实验室是他曾经工作过的地方，甚至可以说，他在那里的工作与他现在设计建造激光器的前期工作完全一样。他与这个实验室一直保持咨询关系，定期到那里访问。两者之间根本没有竞争或保密，为他提供信息的实验室还借给他价值 1500 英镑的设备帮助他建造激光器。然而，慎重地传播必要知识被证明是极其困难的。

显然，有很长一段时间，虽然他不具备建造激光器的能力，但是，除了提到激光器不工作的事实之外，H 并不知道他没有能力做到这一点。在这段时间里，他希望“庞然大物”能够运行，但是却失败了。最后，一部分关键知识似乎只是意外地传播给他。有时，这些交流的失败似乎完全是因为没有很好地理解激光器参数——导线的长度，玻璃管的光滑度——而且，有时似乎 H 只不过是做错了——极性反转。毫无疑问，H 觉得相当愚蠢的是，他的激光器不能运行竟然是出于如此低级的错误，然而，正如那时他所说的，很可能其他大部分元件的安装都没有问题，只是在极性反转问题上浪费了一点时间。不过，在科学工作中，“事后诸葛亮”几乎是一种必然的感觉。

3.4 建造赫里奥特-瓦特激光器

1978 年年中，哈里森开始在爱丁堡的赫里奥特-瓦特大学（Heriot-Watt University）建造他的第二个 TEA 激光器，他准备在 1979 年 3 月 15 日下午 12 点 10 分第一次测试闪光。3 月 15 日和 16 日我一直在赫里奥特 - 瓦特大学现场，除了最后两小时工作之外，整个实验就是从激光器初次测试到激光器成功运行的过程。这些工作是在 3 月 20 日早上完成的。哈里森在星期一的当天下午通过电话向我描述了最后两小时的工作情况。

这里提供的材料就来自 1979 年 1 月的电话讨论。在赫里奥特 - 瓦特的激光实验室里，我花了两天时间用录音机和笔记本记录事件，录音记录的是 3 月 16 日晚上的讨论，笔录的是 3 月 20 日的电话内容。在 3 月 15 日到 16 日期间，我参与了整个工作，偶尔提出一些有用的建议。

从知识传播的观念来看，这里的描述是很不寻常的。H 曾经建造过“庞然大物”，因此，教师与学生之间具有同一性关系，即双方都是哈里森。于是，H 一定不缺乏信息资源！另一个不寻常的特征是，H 有一个能工作的

激光器——“庞然大物”——就放在他正在建造的新激光器旁边。在H的新实验室里,“庞然大物”已经安全运行了许多年。这样,在新旧装置之间很容易进行直接的比较,也容易互换零部件。

最后,这种背景又一次切合本书的论题,H打算使新激光器尽可能地接近“庞然大物”。唯一的区别是,H希望新激光器的功率脉冲具有更高的重复频率。“庞然大物”会每隔6秒钟产生一次脉冲,而新激光器每隔2秒钟产生一次脉冲。这种差别是通过改变“延迟”单元得到的。

读者现在应该重新回到激光器的说明和前面给出的简化电路图。“庞然大物”和新激光器的主要器件都是具体而可见的大物体。由于使用很高的电压——高达60 000伏,这对它们的大小和隔离提出了要求。所有这些不包括把二级电容器安装在有激光腔和气体容器的1.8米长、1.2米宽和1.2米高的金属盒内。二级电容器与激光盒并列安装,以使它与激光器主要电极之间的连线尽可能短。

激光器本身安放在电路图右边虚线所示的方框里,由一个1.5米长、0.3米宽和0.3米高的玻璃盒构成,气体通过这个1平方米的截面出入。顶部电极是铣有“罗戈夫斯基剖面”的一根1.2米长、15厘米宽和1.3厘米高的铝棒。底部电极与顶部电极长度相同,但是,窄大约2.5厘米,电极的上表面连续铣有8个很深的凹槽。在这些凹槽里有包括“触发线”在内的8个玻璃管(电路图中下面电极上面的虚线所示)。顶部电极被调整到正好与底部电极平行。到目前为止,除了在新激光器中用两个并排的二级电容器取代了“庞然大物”中的一个电容器之外,两者是一样的。通过电容器技术的改进,同一类电容器具有相同的电容量。

激光器的工作原理如下:功率单元使一级电容器充电,达到刻度盘上预调的电压——例如,45 000伏。通过指令(也就是说按下按钮)使火花隙发亮,一级电容器通过电感给二级电容器充电。这反过来被认为是穿过激光器电极的放电。

正如上面所说明的,要求是均匀放电,而不是发生弧光。为了达到这个目的,二级电容器的部分电荷通过电阻器-电容器(rc)电路被反馈到触发线。这将从底部电极中曳引电子,即在腔内“预电离”气体,以促使电极间均匀地主放电(main discharge)。在这种情况下,预电离是看得见的,即底部电极发出微弱的淡粉色的光,主放电充满了发粉色光的电极之间的空间。这时,激光器发出很大的“砰”的一声。在盒子中的一个接触点上,一道弧

光放电发出耀眼的闪光和响亮的“噼啪”声。

H 谨慎地使建造的新激光器在本质上与“庞然大物”尽可能相似,因为他不想在无关紧要的细节上浪费太多时间。尽管如此,他已经购买了当前能买到的最适合的“延迟”元件。例如,对于同样的容量而言,新模型中的两个电容器在尺寸上小得多,火花隙更小;功率单元随着火花隙电源的变压器的不同而不同。激光器的有机玻璃盒与“庞然大物”的有机玻璃盒完全相同,两者都是由与 H 保持良好关系的实验室提供的。

3.4.1 相似性与差异性

当我在 3 月 15 日上午 10 点 30 分到达赫里奥特 - 瓦特大学之后,我与哈里森讨论了这些相似性与差异性。对 H 来说,关键是确定把什么算做一种差异,然后如何说明激光器失败的原因。我们注意到的事实是,在两个激光器中,电极之间的空隙在毫米数量级上是相同的。我们谈到,在新激光器中,玻璃棒上的钨丝突然断开,残留部分已经被用导电胶与它们的连接电缆相接;在“庞然大物”中,导线被接在一个黄铜连接板上。H 谈到,他并不确定这种新方法是否有效,但是应该这样做。另一种变化是,新激光器中的玻璃棒是用橡皮筋而不是用有机玻璃夹固定。这似乎并不影响性能。电极间的连接也不同,在新激光器中每个电极只有 1 个接点,而在“庞然大物”中则有 4 个。

H 评论道:

……所以,再一次稍有不同,因为我们确实还不知道,是只进行一种连接重要,还是你试图分配穿过整个电极的电荷重要。

H 谈到,新电容器虽然较小,但有可能运行得更好。然而,他也谈到他“非常怀疑”这个很小的新火花隙,并且认为它不能继续工作。他指出,在“庞然大物”中,复杂的火花隙已经用一个盒子替代,加上了一个小型变压器,使电压从 350 伏提高到 35 000 伏。

H 指出另一个差异是新激光器的底部电极被分成两部分,然后拴在一起,但是他认为这并不重要:

那个底部电极可能让人有点担心,因为它由两部分组成——瞧,

你能看到接点——我们就是要看看它是否能产生弧光。我怀疑它不会,我想这可能是完全正确的。

我咨询了有关玻璃管的光滑度问题,这个问题曾经似乎是“庞然大物”的一个关键参数,但是,H似乎对此并不关注。最后,他评论说:

别的一切都一样……[开玩笑地说]我保证它第一次不会工作。

经过一些讨论之后,我们检查了通过激光器的气体流量。盒子里充满了8份氦气、2份二氧化碳和2份氮气的混合气体。试验前必须先打开气体,使它有时间排空系统内的空气,因为空气会引起弧光。H控制汽缸的值,而我则读出了固定在激光器主机的仪表上的气体流量值。

3.4.2 第一次试验

在上午12点05分,H叼着烟准备对激光器进行第一次试验。为了按下按钮,一小群人拥挤地聚集在一起,没有了平时神经过敏似的笑话。合上开关之后,人们发现,功率单元没有动静,因为连接主要部分的电缆找不到了!这个错误很快得到了纠正。第一次的正确试验证明,火花隙正在发出闪亮的可见光,但是,即使当我们闭上门和关掉灯时,激光盒里也没有任何活动迹象。H用激光器做了多次试验,每次都把电压增加至出现“砰”的一声响,同时,在电子元件的某处伴有一道弧光放电。

H总结了第一组试验的结果:

这样的话,问题出在哪里……触发器正常,火花隙似乎也在工作,一级电容器的放电似乎也进行,可能是二级电容器有问题。

对电路的进一步检查发现,附近的两个电容器的连接出现了错误。这些新的电容器有更可靠的极性,只是万一它们因不正确放电而损坏,H才会遇到点麻烦。

12点30分,我们再次试验激光器。火花隙再一次闪光,但是,激光器内根本没有放电。H通过用导线让电容器对地放电来测试底部的电容器,这次产生的一道令人满意的亮光表明它确实带电。于是,他用多用电表测

试了所有的电子元件(多用电表是用来检测电阻和连接是否正确的一个装置)。H 再一次总结说,放电器似乎在工作,所显示的电容器的电压正在下降到大约它预放电值的一半,这与“庞然大物”的行为是一致的。

下一步是检查火花隙的极性,试图使它极性反转。H 不确定触发电源的功率输出是正脉冲还是负脉冲,制造商无法告诉他!

到下午 1 点 15 分,火花隙被倒过来,这就是另一次试验的时间。按试验顺序是逐步加大电压。首先是火花隙闪光,但是什么也没发生。H 继续使电压升高,激光腔里仍然什么都没有发生。最后,我们吃午餐去了。

3.4.3 更多的试验

午餐过后,H 让我和两个研究生一起工作。我们所做的第一件事是核查“庞然大物”的性能。我们发现当电压低到 30 000 伏时,我们能够在“庞然大物”中看到预电离,然而在新设备中,当电压高达 40 000 伏时,我们什么也没有看到。我们也试着让新激光器的电极靠得更近些,可没有效果。后来,我们断开二级电容器的一端,通过接地产生了亮光,这证明当火花隙发光时,这个电容器也是带电的。

下一个假设是,预电离电路不能正常工作。因此,我们决定断开“庞然大物”中的预电离电路来看一下,当激光器不能以那种方式工作时会发生什么。我们发现,当电压至少达到 38 000 伏时,无能的“庞然大物”还是很安静,这与新激光器中由预电离产生的故障假设一致。

紧接着,H 回来了,我们试着进一步缩小电极间距,但是,顶部电极从它的装置上掉了下来,我们这才发现可得到的最小间距约有 4 厘米。用 4 厘米的元件进行的第一次试验也没有产生任何效应。我们辛辛苦苦地尽力降低光的亮度,以便能看到最微弱的闪光,但是却什么也没看到。最后,有点受挫的 H 一直加大电压,伴随电子弧光发出了一声非常巨大的噼啪声,然后瞬时放电闪光的元件发生了爆炸。这是相当令人沮丧的,那天后来再没有什么进展。

3.4.4 3 月 16 日

当我们开车回家时,我对 H 说,我注意到新激光器中的触发线的规格比“庞然大物”中的细得多。H 并不在意,不过,第二天早上证实了这一点。

第二天的计划是每次调换新激光器和“庞然大物”中的一个元件,如果

“庞然大物”仍能工作,那么,就有信心把这个元件安装在新激光器中。

第一个被调换的部分是rc电路。一些麻烦过后,这个电路在“庞然大物”中工作得很好。下一步是把含有触发线的新玻璃管安装在“庞然大物”中。在测试之前,H完全相信“庞然大物”在安装了新元件后仍然能工作,尽管触发线更细并运用了不同的连接方式。他是对的。“庞然大物”有了新的触发线确实还能工作,于是再把触发线放回到新激光器上。

接下来,断开电容器和上面电极之间的两根导线,再次用“庞然大物”做试验,它能正常工作,因此,从下面的电极断开另外的三根导线。这次,“庞然大物”再次工作得很好。这似乎说明连接的数量和电荷分布都不是问题,所以我们假设在新激光器上用一个接点就够了。

我们现在做了所有的测试。我们已经检测了激光盒中的元件——即单个接点的构造和触发线——我们也检测了rc电路。根据制造商提供的说明书,新的电容器更小,而且,越小越好。不过,我们现在考虑把它们转换到“庞然大物”上。但是,由于两套设备在大小上有差异,导线又很短,结果证明很难做到。交换底部的电极也出现了同样的困难。

这方面,H总结了到目前为止所获得的结果,他建议说,火花隙最值得怀疑。他的证据是当火花隙闪光意味着一级电容器不放电时,电源的电压指示器上面的指针没有落下。这里有些混乱,一开始这个指针显示出已经适合放电了。

我们决定在替换更困难的元件之前再试验一下新激光器。我们继续测试火花隙,让它以新的方式闪光,即绕开正常的电路。这使我们在对新激光器进行试验时,用不着担心火花塞电路是否插上了电源,其中包括不稳定的变压器(参见注释6)是否正常。在这种结构中,电路的整个部分成为多余的。不幸的是,虽然火花隙现在能工作,但即使把电压调到特别高,在激光腔里仍然什么也没有发生。

最后,没有什么事情可做了。下午大约5点15分,H完全断开火花隙的连线,重试了一次。突然,在两个板之间发生了弧光放电,大家顿时为此欢呼。随着我们增加电压,仍然有弧光放电,尽管我们都松了一口气,但仍然没有预电离的征兆,看起来也不会达到均匀放电。当我请求H改变致使他从火花塞上断开触发线的推理时,他评论说:

> ……这似乎是最后的情况,如果触发器不起任何作用,它也很可能

是被断开了——总之，为什么没那样做，只不过发生了一些事情——我脑子里一定是有什么念头闪过，这是显而易见的。这样看来，我只是找出错误，而且……嗨，一转眼……如果有的话，那就是一点直觉。

尽管令我们感到高兴的是我们已经在新激光器的电极间获得了某种放电，但是，我们现在只是达到了在 1974 年 10 月中旬“庞然大物”的案例中已经达到的一个阶段。“庞然大物”没有再持续工作 5 个月！庆祝未免太早，但是，那天晚上我们以一种强化的乐观主义精神又加紧工作了一个小时。我们试着改变混合气体、改变电极隔离，但是，只获得了弧光放电。

在这一点上，我注意到，弧光放电明显地指明了新激光器的阳极。我向 H 指出了这一点，但他只是耸了耸肩。现在，标明阳极似乎是这些激光器操作的一个正常部分，因此，原先所看到的“重要的线索”现在只是一条错误信息！

我们直到大约下午 6 点 30 分才离开实验室，并驱车去 H 家。在那里，H 考虑星期一早晨所要检查的东西。他将核对感应系数的值，还会试着交换电容器，即使这是一项很艰巨的任务。他也会努力检查电缆的长度，即使考虑到这些电缆的电感不会影响激光器的运行。我注意到了这两个激光器之间的另一个差别，我决定不提及这个问题。这就是新激光器的底部电极比“庞然大物”的底部电极厚一倍。抛开两种结构不说，H 把这两个电极描述为是一样的，而我认为它们是不同的。H 通过这两天的工作总结出如下的基本原理和结论：

支持复制一个“庞然大物”系统的理由是，我希望尽快得到激光器——能够在许多研究工作中取得进展的高功率激光器，这些研究我们一直用一台激光器进行，而复制“庞然大物”肯定是一个正确的进路。

……我们付出了两天的努力，还没有得到一个能工作的复制系统，这个事实反映出你会面对的几类问题。如果你试着建造另一台激光器，那么，你可能同我一样陷入像过去关于“庞然大物”那样的混乱，我用了一年的时间去扭转那种糟糕的局面。

当时我离开了现场。3 月 19 日星期一的早上，H 回到了实验室继续工作。就在星期一下午，他通过电话向我通报了发生的情况。一个小时之后，

H 设法在激光盒中获得了均匀放电。

3.5 激光器与知识

不难进一步指出激光器建造技术及其传递的多变性,但是应该提到两个更主要的要点。

首先是关于哈里森自己提出的意会知识及其性质和限制。

从头到尾,我和哈里森都在讨论新旧激光器的异同之处。我已经注意到导线粗细的差异,并建议说这一点可能很重要。一位硕士研究生已经承认,较细的导线大大减少了可能会阻碍预电离的表面积。尽管如此,哈里森并没有把这一点看成一个重要的差异;正如结果所证实的那样,他不注意这种差异是处理问题的正确方法,它们事实上只是"导线"。有人会说,H 的意会知识达到了一个新高度,这使他能够忽略从激光器操作的角度看不是差异的那些差异。而不具备这种能力水平的我等却在不适当的地方看出差异。我们提出的导线间的差异似乎是重要的建议,但却是对激光器建造者的一种"失礼"。就好像我们对参加自行车比赛的人建议说,如果把他的自行车漆成红色而不是黑色,他的自行车可能跑得更快。

我还注意到了另外的差异,这些差异被哈里森忽略掉了,结果证实他是相当正确的。例如,他相当正确地不注意底部电极中"明显的"物理差异,我看到新的电极比旧的电极更粗。他把底部电极看做"双重放电的 TEA 激光器电极",而我把它看做一块金属片。

再有,我把触发线的不同接法看成可能带来麻烦的一种因素。导电胶似乎完全不同于黄铜块上的螺丝连接,但哈里森没有把这看做一个重要变化,他是对的。此外,他懂得忽略曾经被认为是关键因素的"阳极标志"和玻璃管精确的光滑度。如果我们不知道如何忽略这些,我们可能会花几个月的时间对它们进行检查,就像要花几个月时间建造"庞然大物"一样。在电路图上或技术性文章中,哈里森所忽略的问题没有一个是明显重要的或不重要的,当然,被忽略的问题的范围无限的大。

另一方面,哈里森在开发他的激光器建造技术时,也学会了留心自己过去曾认为不重要之处的重要性。例如,电容器与电极之间的导线不再被单纯看做"导线",从此以后,它们的"长度"是关键。这是激光器(在触发线本身的外面)的其他导线都不具有的性质。过去所有与电学有关的社会活动都告诉哈里森导线无所谓长短,一根长导线与一根短导线是"一样的"。只

有在电子社会的小领域内——著名的电子学中——导线才确实有长度。

有人会说，学习意会知识（或学到文化）是这样一件事：了解关于什么是不重要的和什么是重要的这个无限长的清单。这得出的推论是：以不同方式进行的、似乎是没有技能（或没有文化）之人的学习，实际上是以相同方式进行的；而以相同方式进行的没有文化之人的学习，实际上是以不同方式进行的。这正是哈里森的新技能所在。

不过，哈里森认为理所当然的实在并不完全可靠。毕竟，它不是一种形式的知识体系。他的预感比我的预感好得多，但也遇到了困难，也就是说，激光器仍然不能运行，不确定的征兆开始出现了。除了意会知识不在考虑的范围，所有的元件都要进行测试。哈里森准备检验一下我的"不成熟的"建议，这是非常好的举动。此外，当我们星期五晚上开车回到家时，我们酝酿的某些计划有点令人绝望。当理所当然的实在受到严重干扰时，迷惑与大胆猜测使文化和政治生活的许多领域凸显出来。

3.5.1 某物何时适当地工作

第二个主要问题（特别是来自于赫里奥特－瓦特大学的研究）是运用手段而不是根据各自所完成的特殊任务来检测知识和设备的困难。骑自行车依然是一个恰当的比喻。一个人只想学骑车不行，必须试着练习骑车。我们到现在才明白，哈里森建造激光器的能力只有通过他建造激光器的尝试才能得到检验。同样的原理也适用于设备中的某些元件。

例如，我们曾经试图测量火花放电变压器的性能。这需要一个复杂的测量工具网，因为所用的电压太高。我们最初认定，变压器是不正常的，因为它使输入电压按 10 的倍数升高，而不是按指定的 100 的倍数升高。但是，我们不完全相信这一点。我们怀疑过去所使用的检测工具网是有缺陷的。我们不得不回过头来试着检测激光器中的变压器的性能！[6]

对于新的激光器来说，如果不是把"庞然大物"作为一个精摹的检验基础，我们所做的其他大多数检验就要花费很长时间。如果我们只是单独研制新激光器，就不能同时确定哪些元件，乃至多少元件出现了故障。我们有可能根据元件的特殊表现（一个简单的量）来检测某些元件。比如，能够用"多用电表"测量电阻来检验某些元件，同样，线路的连线能够通过确定它们电阻为零来检测，绝缘能够通过得出无穷大电阻来检测，其他元件能够通过测量输出量进行检测。困难在于在那些要用新方法来使用元件的地

方——像在任何一种新仪器中那样——即使它们看起来满足规格,也不一定以所要求的方式运行。比如,我们想起了"庞然大物"在安装过程中遇到了从一个接地点到另一个接地点的弧光放电问题。在这两个点之间用任何一种简单的仪表进行测试,看到的只是零电阻。我们也考虑到电容器与顶部电极之间的导线的长度很关键。只有用最尖端的仪表测试,才能揭示出在20厘米高压线和15厘米高压线之间的电感中的差异,然而,科学家断言,正是这种正常状态之间的差异,使激光器的性能有了显著的差异。

当然,设计一种仪器来检测这种差异是可能的,但是,这种测试具有复杂性——测试人员必须在面临相同电压的高压猛增和在激光器中使用时类似的情况下测试元件的性能——这种测试仪器类似于激光器。当然,无法知晓激光器的脉冲外形的准确形状,这也很难测量。(我们还记得用探测线圈来测量"庞然大物"的脉冲形状失败了。)

同样,几乎难以想到一种方法,在不使用于"庞然大物"或不让激光器工作的前提下,能够测试底部电极触发线的组装是否正常。这同样也适用于电极的接线数量问题。

H这样描述了上述问题:

> ……确实,在与你已有的激光器相同的实验条件下,你把元件组装在一起是相当困难的。
>
> ……你总是不假思索地说:"噢,也许那不完全是一个决定性的测试。"

于是,认为操作激光器阐明了这个激光器的元件运行所需的实验条件,似乎是合理的。所需的元件规格体现在激光器中,而不是体现在一组性能图中。

3.6 激光器研究:五个命题

对激光器建造过程的两个详细考察,使得知识转移网络研究的结果非常易于理解。例如,很容易看到,一位激光器建造者可能完全无法使他的激光器正常工作,即使他有很好的知识来源。在几个月内,哈里森都不能使他的第一台激光器运行起来,即便这台激光器似乎是对一台在其他地方能运行的激光器的完美复制。可以看到,重要的是,向人们提供知识的人是一位

合格的激光器建造者。哈里森在最初建造"庞然大物"时所获得的许多信息是无用的,例如,他根本无法知道从电容器到电极的导线要尽可能短的必要性,因为他自己并未意识到这一点的重要性。但是,他并不知道自己不知道。下面两个命题可以代表这些观点:

命题一:技能类知识的转移是多变的。

命题二:技能类知识最好(或只有)通过熟练的实践者来传播。

值得注意的另一件事是,哈里森从第一次实验开始花了6个月的时间完成了建造第一台激光器的工作,而他只用两天时间就建造了第二台激光器。因此,成功的激光器建造者是"能胜任的实践者"。这就意味着比建造了一台激光器包含更多的内容,意思是说,他们拥有了能使他们很快建造另一台激光器的新技术和新知识。第二次与H一起工作,这一点已变得很明显,他自信地忽略了曾经被认为是极其重要的某些参量(管的光滑性、阳极标志),也忽略了我注意到并认为很重要的激光器之间的差异,例如,底部电极的厚度、胶皮和导线。在某些更普通的感觉技能的展示方面,甚至更明显,例如,他具备听了弧光放电发出的声音就知道放电特性的能力。同时,H确实花费了整整两天时间梳理问题以及过去有过许多反复尝试这些事实表明,H的新能力不存在(或至少不完全存在)于新信息当中。

命题三:实验能力具有能在实践中产生与发展的技能特征。像一种技能一样,它不可能被完全说明或绝对确定。

通过这三种研究我们似乎坚信,建造激光器的能力是直到你建造出一台激光器后才知道是否拥有的东西。这样,建造激光器的知识在它的转移过程中是无形的。比如,通过检查可获得的信息资源的范围,或者通过掌握已知的信息项这两种方式中的任何一种方式都决不会揭示出一位科学家是否已具备了建造激光器的能力。

命题四:实验能力在它的传播过程中以及在拥有它的那些人中是无形的。

与此密切相关的一个要点是,某人具有建造激光器能力的唯一标志是他或她建造一台激光器的能力。通过设备的输出才能阐述设备的正确机能和实验者的恰当作用。在关于新激光器的不同元件的第三种研究中能够清楚地看到这一点:通过“庞然大物”最初的运行能力来定义所谓的运行良好。也就是说,如果元件在发射激光的过程发挥了作用,那么,这些元件就被描述为好的元件,与别的测量无关。很重要的一点是我们注意到,考虑用任何其他方法来揭示它们的性质,如果有可能,也是极其困难的。即使技术手段似乎是可以得到的,我们也不相信测量能替代在激光器内进行的测试。因此:

> 命题五:设备及其元件的正常运行和实验者的正确工作方式,是通过参与产生正确实验结果的能力来定义的。其他指标则找不到。

3.6.1 确定性的明朗化

最后,可以得出一个更敏感的结论,这就是,科学家对我刚才给出的实验描述持反对态度。例如,试想一下,如果H不是愚蠢到颠倒了“庞然大物”的极性的地步,那么,他会很快使它运行起来。他自己往往是“事后诸葛亮”,而且还为自己的愚蠢而自责。他觉得,这只是人为失误的一个案例,而不是技能的失败。

这同样适用于他对赫里奥特-瓦特激光器问题的最终解决:哈里森在星期一早上所做的第一件事是,用纯氦启动两个激光器来观察是否更容易获得放电。他发现在这些情况下,甚至是“庞然大物”也只有弧光。于是,当他把新激光器中的气流表调整到适当值后,他注意到气流表的阀似乎很灵敏。进一步检查后他发现,设计安装的气流表每分钟只通过1升气体而不是10升气体。他改动了这种安装,使激光器以适当的比例排气半小时,然后,就像我们上个星期五使用的那样,保持火花隙的结构不变。他发现他获得了42 000伏的均匀放电——与“庞然大物”的行为一致。之后,通过安装反射镜等元件,很容易获得激光。H推断,我们以前之所以没能获得均匀放电是因为气流缓慢,激光盒没有适当地排掉剩余的空气。这是他现在所认为的持续弧光放电的原因。

哈里森重构了所发生的事件:

> 这个系统的故障是人为的失误……除了触发单元之外——它不管怎样都会引起爆炸——别的一切都是实验者的失误。你总会发现这一点。所要考虑的事情还有很多。在试验之前,你预备对这个系统做的检查是有限的。在试验中你根据情况作出自己的判断,然后得出结论,在那个阶段,你能从你的试验中而不是试验前的反复检查中学到很多东西。显然,如果我真的经历过,我就能在试验前发现气流表的问题。

我认为,H 在这里对自己很刻薄。没有理由假设,当在激光腔中第一次获得弧光放电时,激光器就会在上个星期五下午 5 点 15 分以前运行,即使气体混合物是正确的。在此之前,似乎沿着火花塞线泄漏了所有的充电电能。但是,随着激光器的运行,围绕激光器的疑惑突然在星期五晚上变得明朗起来。物理学和激光技术重新获得了它们熟悉的明确要点,所以,前两天的失败被看成是人错误地扰乱了自然界的规律性的结果。我们认为,这是人的过失,而不是自然的过失。

人们必须使自己超越科学实验的标准观点,并走出常识轨道,理解在实验中重建"真正所发生的事"的约定本性。我保留了对解决赫里奥特 - 瓦特激光器问题的最新发展进程的描述,以使读者尽可能长时间地避免成为事后诸葛亮。

标准的实验观与信息科学家的观点非常一致。这样,一旦科学家掌握了自己职业的基本技能,他或她就应该运用仅从普通资料来源中获得的信息重复任何实验。这是第 2 章中的波普尔和丹尼斯概括的最初"啮齿类动物"的观点。这种观点取决于下列概念:科学事实是可以通过"独立复制"来检验的。这种独立可检验性(independent testability)的概念忽视了人们在观察规律性而不是被动地记录规律性时所发挥的主动作用。在对比哈里森与我看到的两台大激光器中的异同时,波普尔第三段引文的观点是显而易见的。"正确的"观察方法,只有在激光器运行后才能最终建立。先验的说明不可能概述这些观察方法。

但是,实验一成功——这依次重申了自然界的自主规律性——就把所有的异常都解释为是由人为过错造成的。在许多实践活动中,人们经历过这种知觉的突然转换。正如我所提出的,它像是一个明朗化(crystallization)的过程。这一时刻自然界是难以理解和难以对付的,下一时刻一切都

正常,自然界又一次更有序了。于是,过去的难理解与难对付,即需要通过如此之多的人为干预进行控制,被表明是人类的贡献中的一种缺点。

我确信,任何一位在职科学家都将从他或她的体验中意识到这些故事里的这些元素。可是,维持这样熟悉的事件的自觉度是如此之难,以至于几乎不可能想象它们会构成一个连贯的故事。正如我们所注意到的,哈里森立即把他的目光转回到作为有序和谐的被动者的自然界的图景中来。这提供了第六条命题。

> 命题六:科学家等人往往相信由一组像算法那样的指令直接操纵着自然界的反映。这给人留下的印象是,从字面上来看,做实验是一种形式。这种信念,尽管在遇到困难时它会被偶尔悬置起来,但是,在实验成功之后,它会灾难性地再次明朗化。

正是这种明朗化和再明朗化,有助于维持现存的科学知识。怀疑,如果会产生的话,也只持续很短的时间。在下面几章中,我们将在不太直观的科学领域内探究命题一到命题六的意义。

第 4 章　探测引力辐射：实验者回归

在我所访问过的科学家当中，没有一位科学家认为，TEA 激光器是很难制造的。尽管涉及“雷达电子学的机密技术”，但是，没有一个人认为我正在考察的是一个不具代表性的实验领域。TEA 激光器似乎没有任何固有本性，这使得对它的操作不同于对别的实验仪器的操作。它是一台大小普通、价格一般的实验仪器，没有使用任何特殊技术或稀有材料。它不需要特殊的无尘或无菌条件。它能够经受住碰撞，也允许在它工作时存留异物。（在“庞然大物”的气体管中和赫里奥特-瓦特激光器中分别存留了一个插销和一把改锥。）这种激光器最早被称为“胶合板激光器”，强调的正是它的粗糙性。

如果说激光器没有代表性的话，那是因为它的工作电压比我们平时用的电压高得多，因此要求它的所有零部件都是大的、独立的和容易看得见的。不要求“精度”很高，没有极端的温度和压强，装置也不需要防电、防声、防磁或防震。与我们下面将要描述的实验相比，激光器实验很普通、很容易。

4.1　引力辐射：1972 年

引力辐射可被认为是光或其他电磁辐射的不可见的等价物（例如，参见 Davies，1980）。大多数物理学家都同意爱因斯坦（Einstein）的广义相对论预言，认为大质量物体的运动将产生引力波。然而，引力波是如此微弱，以至于很难被探测到。例如，到目前为止，还没有一个人提出过能在地面上检测到引力辐射通量的方法，至少是在可预见的未来也没有。不过，现在普遍认为，在地面上可探测到的引力辐射的形式中，应该耗散掉了宇宙的剧烈活动所产生的可觉察的巨大能量。爆炸的超新星、黑洞和双星应该产生相当大的引力波通量，在地面上，这些引力波通量表现为“G”值的小涨落——“G”是与一个物体吸引另一个物体有关的引力常量。

正像行星通过万有引力被太阳所吸引、行星之间也相互吸引一样，较小的物体也是这样。我们知道，大多数时候，地球的吸引力是很强的，足以使

我们稳定地站在地面上,但是,我们也被另一个物体通过万有引力所吸引。我们不会粘在一起,因为这些力小得几乎可以忽略不计。1798 年,卡文迪许(Cavendish)测量了两个巨大铅球之间的吸引力,这是实验科学的一个巨大成功。它们之间的吸引力只有其质量的五亿分之一!寻找引力辐射比寻找这种极其小的吸引力要困难许多,因为引力波脉冲的效应只是小吸引力的一个小涨落。例如,把呈现给我的一根小天线(探测器通常需要有天线)放在一个玻璃真空管内。中心部分也许是由上百千克的金属组成,从一个小闪光枪发出的光射到这块金属上,足以把所记录下的痕迹当做测量刻度。这是对其中一台装置进行的一项相当不灵敏的试验。

4.1.1 引力波探测器的设计

当时,这是一个困难的实验。标准技术是由美国马里兰大学的韦伯(Joseph Weber)(发音是"Whebber")教授开发的。他观察一根铝合金棒各部分之间的吸引力变化所引起的棒长度(应变)的变化。这样一根棒通常重达几吨,无法指望当一个引力辐射的脉冲通过时借助于比一个电子的半径略大一点的脉冲来改变它的尺寸。幸运的是,这种辐射是一种振荡,如果棒的尺寸正合适,它就会振动,或者,在振动频率与引力辐射频率相同的状态下,发出像铃铛一样的"响声"。这意味着脉冲中的能量能够被有效地结合或聚合到刚好可测量的物体中。

一台韦伯棒式探测器(Weber-bar detector)或天线是由以某种方式测量振动的重棒构成的。大多数设计用应变灵敏的"压电"晶体("piezo-electric" crystals)粘在棒上,或用不同的方法固定在棒上。这些晶体变形时会放电。引力波探测器所产生的电压很小,几乎探测不到。这样,设计的关键部分是信号放大器。信号一旦被放大,就会被记录在图形记录器上,或者反馈到电脑上直接进行分析。

当然,这样的装置无法区分出振动是由引力辐射引起的还是由其他力引起的。因此,为了合理地探测引力波,棒必须与所有其他已知的和潜在的干扰,比如,电力、磁力、热力、声力和地震力隔离开来。韦伯设法通过把棒悬挂在一个金属的真空腔内来做到这一点。这种悬挂通过一连串导线和橡皮条与地面隔离。(相对于许多不能解决的问题来说,避震问题似乎特别简单,也能被精巧地加以解决。)

尽管有这些预防措施,棒通常也不是完全静止的。只要温度高于绝对

零度,棒内原子的随机运动就会引起振动。这样,应变规将记录下连续输出的热“噪声”。如果这被笔尖记录器(pen recorder)在图纸上记录下来(如同在许多实验中那样),所看到的是有任意波峰和波谷的尖的起伏不平的曲线。引力波(也许)被描绘成特别高的波峰,但是,必须设定一个下限,在这个下限之上的波峰算做引力波,而不是噪声。下限无论多高,人们一定预计,有时候完全由噪声引起的波峰将高于这个下限。为了确信能检测到某些引力波,有必要估计人们应该获得的只是由噪声引起的“临时”波峰的数目,然后确定,高于下限的波峰总数仍然较大。(关于探测引力波的更详细的过程,参见本章结尾的“技术性附录”。)1969 年,韦伯声称每天都能测到几个(大约 7 个)不可能由探测器中的噪声来说明的波峰。

4.1.2 韦伯断言的状况

现在,几乎很少有人相信韦伯的断言,引力波的探测仍在继续进行,并且现在的许多实验装置与韦伯的装置很相似。韦伯的结果之所以受到怀疑,是因为他似乎发现了太多的引力辐射,以至于这种结果不符合当代宇宙学理论。现在,研制检测符合宇宙学家预言的辐射通量的仪器,意味着它的灵敏度要提高 10^9(10 亿)倍。因此,尽管我将讨论发现了一种新的自然现象——引力波的某些断言是如何消失的,但必须明白,我只涉及由韦伯的发现所断言的现象——高通量的引力波。

当对韦伯天线(图 4.1)的可能灵敏度的计算与由宇宙事件产生的以引力波的形式耗散掉的总能量进行比较时,韦伯的探测率似乎太高了。如果把韦伯的结果外推,假设有一个各向同性(均匀)的宇宙,同时假设引力辐射不是集中于韦伯最容易探测到的频率——1661 赫(每秒的周期数),那么,这意味着宇宙中产生的总能量的寿命将极其短暂。如果宇宙继续以这种方式辐射,它一定会很快完全“烧焦”。这些推断意味着从数量级大小考虑,韦伯一定是错误的。

尽管韦伯的第一个断言不完全可信,但在 20 世纪 70 年代早期,他作出了一系列有独创性的修改,从而使得其他实验室试图重复他的工作。最重要的新证据是,下限之上的波峰能够被相隔千米之遥的两个或多个探测器同时检测到。乍一看,似乎只是某种地球外的干扰,比如引力波,造成了这些被同时观测到。另一个证据就是,韦伯发现干扰周期大约是 24 小时。这意味着辐射只来源于地球外的方向。更有甚者,这个周期似乎与地球关于

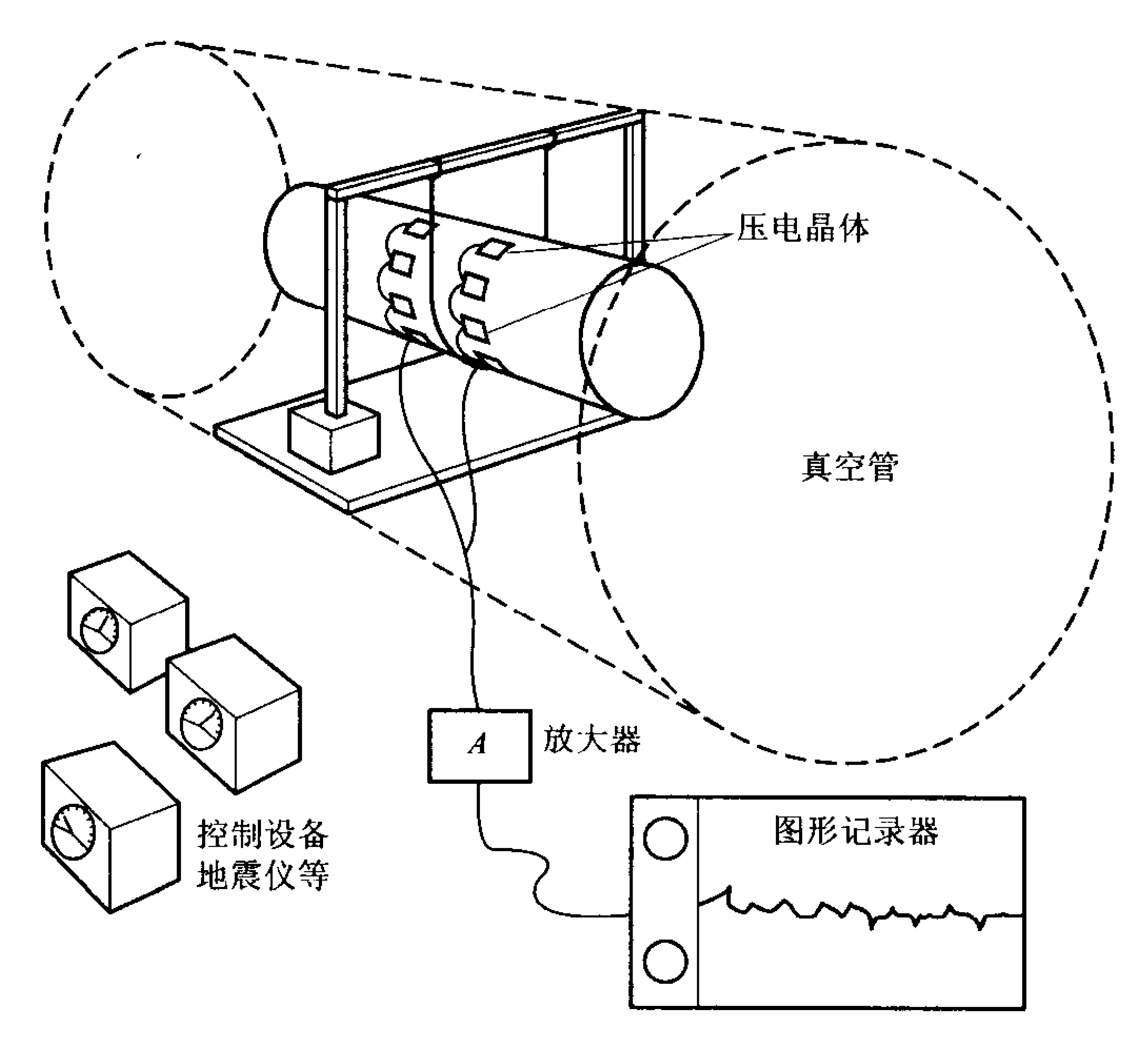


图4.1 韦伯式引力波天线

我们的银河系的特征而不是与地球关于太阳的特征相关,这也意味着有来自太阳系以外(或银河系)的干扰。[这种效应变成了著名的"星关联"(sidereal correlation),参见"技术性附录"。]

到1972年,在进行这里所讨论的实地考察时,几个其他实验室已经建成或正在建造探测引力辐射的天线。除了韦伯之外,还有三个人做了很长时间的探测实验,足以得出他们自己的断言。他们的所有断言都是否定的。

4.1.3 实验者回归

到目前为止,我已经描述了探测引力辐射的一般原理及它的一些问题。天真的但受过科学训练的读者可能会觉得,他或她现在知道如何在给定的时间内建造一台引力波探测器。所需要的是一个真空腔,里面悬挂一根铝合金重棒,与磁力和电力隔离,并用导线和橡皮堆与地面隔离。压电式应变规必须被固定在棒上来放大和记录信号。整个装置的建造大约需要一到两年时间,花费大约不到50 000英镑。

现在,我们回顾一下上一章最后提出的命题一到命题六。命题一到命题四表明,我们现在能够建造一台引力波探测器是极不可能的。命题六暗

示了为什么我们会傻乎乎地相信我们现在已经拥有探测引力波的诀窍的原因所在。命题五意味着,在我们设法明白我们是否能获得正确结果之前,我们完全不知道,我们是否能够做得到。*但是,什么是正确的结果呢?*

正确的结果所依赖的是,在检测通量时是否有引力波击中地球。为了搞清楚这一点,我们必须建造一台好的引力波探测器,然后进行观测。但是,在我们为此而努力并获得正确结果之前,我们并不知道我们所建造的探测器好不好!我们也不知道什么才是正确的结果,直到……等(这是没有尽头的)为止。

这个循环的存在,我称之为"实验者回归"(experimenters' regress),它构成了本书的中心论点。如果发现有某种方法打破这个循环,那么,实验工作只能被当做一种检验。在上一章中,实验者回归并不明显,因为在 TEA 激光器的案例中,循环很容易被打破。激光器使混凝土汽化的能力或者诸如此类,构成了普遍认可的实验质量标准。激光器应该能够运行,这是毫无疑问的,而且不管激光器是否正在运行,这一点都不容置疑。在这样一个明确的标准不再适用的地方,实验者回归只能通过寻找定义实验质量的其他方法加以避免。所找到的标准与实验本身的输出无关。[1]

4.1.4 工作中的科学家

如果实验者回归是一个现实问题,我们预计会发现,科学家对他们自己的和他人的装置是否为好的探测器的意见并不一致。之所以出现这种情况,很可能是因为他们缺乏确定质量的独立标准。这恰好是在我的实地考察中所发现的,而且能够用对相关科学家的访问加以说明。下面一组评论来自 1972 年的采访,它揭示了科学家在评价实验价值方面存在的差异。

第一组评论表明了科学家在对他人的实验设置和公布结果的评价意见方面的变化。在每一个案例中,不同实验小组的三位科学家对四种实验结果中的一种发表了不同看法。

实验 W

科学家 a:……这是为什么尽管 W 的问题非常复杂,也有特定属性的原因所在,所以如果他们看到了某种现象,它会更加可信……他们实际上已经把某种想法落实到其中……

科学家 b:他们希望获得非常高的灵敏度。但坦白地说,我不信任他们。在这个实验中,还有比残忍的力更加微妙的方面……

科学家 c:我认为,……W 实验小组……一定是疯了。

实验 X

科学家 i:……他生活在小地方……[但是]……我看了一下他的数据,他也确实有某些令人感兴趣的数据。

科学家 ii:我对他的实验能力没什么印象,所以我更怀疑他所做的实验。

科学家 iii:那个实验纯粹是胡说八道!

实验 Y

科学家 1:Y 的结果似乎确实给人留下了深刻的印象。很有条理,看起来也相当有权威性……

科学家 2:我估计,他的仪器的敏感度很高,我和他是好朋友……是……[微弱的]……他只是没有遇到(探测引力波的)好机会。

科学家 3:如果你照着 Y 那样做,只是把你的数据提供给某些……女孩子,并要求她们进行计算,唉,你将一无所获。你不知道,那些女孩子当时是不是正在与她们的男朋友谈话。

实验 Z

科学家 i:Z 的实验是相当令人感兴趣的,而且不应该被排除,恰好是因为……该小组无法重复这个实验。

科学家 ii:我对 Z 的事情没什么印象。

科学家 iii:那儿还有 Z,现在,Z 的问题完全是一个骗局。

第二组评论表明,科学家感觉到各种棒式探测器很少发生变化,这是很重要的。对于把什么算做对别人探测器的复制品,他们有不同的理解。他们以不同的方式来看待相似性及差异性。

i:你可以挑选一本好的教科书,它将会告诉你如何建造一台引力

波探测器……至少基于我们现有的理论。无论如何,检测别人的仪器是在浪费时间。它基本上全是 19 世纪的技术,而且,除了一些零星的技术之外,所有的技术在 100 年前就成熟了。这种理论与电磁辐射没有什么两样……

从这个观点来看,如果有辐射的话,所有建造的探测器都应该能检测到,因为建造探测器是没有任何特殊问题的。

ii:真正困扰我的是,除了薄片的棒式天线(这种装置显然是英国版本)之外,其他每个人的装置恰好都是一模一样的。这确实是一件令人失望的事。其实没有人在做研究,他们只是盲目的模仿者。我认为,科学界比这更热闹。

这位科学家(他的设备最不像原创者的设备)感觉到,所有其他人的仪器好像都是一模一样的。对他来说,探测器之间的区别并不重要。

另一方面,下面的两段评论表明,人们感到要想观察到辐射,更重要的是两个探测器的差异性,而不是相似性。

iii:……很难做到一模一样。你可能做得与其接近,但是,如果结果证明,关键是他胶合其转换器的方式,而且,他忘记告诉你,技术人员总是把一份《物理学评论》作为最高标准,那么,好,这可能就是全部的差别所在。

iv:在一个实验中,像这样的情况是不可避免的,人们一开始会得到许多否定结果,这是因为引力波效应太弱,仪器的任一小的差异都会造成观察中的大差异……我的意思是说,当你在建构一个实验时,关于实验的许多东西不是能在文章等形式中表达出来的。存在着所谓的标准技术,但是,那些技术可能有必要以特定的方式来完成。

最后,韦伯把探测器之间的差异看成主要特征,他感觉到,这些差异使得第二批探测器不如他们自己的探测器有效。

v:哦,我认为这是很不幸的。我确实做了这些实验,也公布了所有与之相关的技术信息,而且,似乎对我而言,其他人应该根据我的技术来复制我的实验,于是他们所做的,也是我能做的,他们应该做得更

好……没有一个人能根据那个灵敏度来重复这个实验,这是一个国际性的耻辱。

第三组证据揭示了科学家在理解发明者的实验程序的各个部分的价值时是有变化的。在第二批科学家开始设置他们自己的实验之前,韦伯已经报道了他的结果,并在一段时间内受到了严重的批评。在回应批评并改进自己结果的过程中,韦伯提出了一连串的实验细节,相信不管其中的哪个细节都不同于第二批科学家的实验,第二批科学家认真考虑这些发现足以起动他们自己的工作。其中的第一个细节是证明来自相距甚远的两台或多台探测器的信号恰好是相合的。因此,有一位科学家说:

[ ]写信给他,详细询问了关于信号的四重或三重相合问题,因为对我而言这是个主要标准。三台或四台探测器一起发射信号的可能性非常小。

另一方面,有一些科学家认为,这种相合可能很容易通过电子学、机遇或其他人为原因而产生。

……通过谈话证明,在[ ]的棒和[ ]的棒中,根本就没有独立自主的电子学原理……双方的信号中有一些很重要的共同内容。我说……你看到相合的信号不足为奇。总而言之,我又一次把整个事情勾销了。

不管怎样,韦伯当时做了一个实验,在这个实验中,通过其中一个棒的信号推迟了一段时间。他指出,在这种情况下,相合消失了。当然,这意味着这些相合不是电子学的人为现象或运气。几位回应者作出了这样的评论"……时间延迟实验是完全可信的",尽管别人并不这么看。

韦伯发现的在引力波活动中波峰与恒星时(sidereal time)的相关性是很突出的事实,有必要向某些科学家作出说明:

……我很关注延迟线实验。你能够发明不引起相合的其他机械设备……我所坚持并担心的唯一情况是,所有资料中的星关联……如果这种星关联消失了,那么,你可能会把全部……实验和资料放到一边。

与此相反,两位科学家评论道:

最终让我们许多人信服的事情是……那时,他报告说,计算机已经分析了他的数据并发现了同样的结果。

最令人信服的事情是,他已经把这个结果输入到计算机里……

但是,另一位科学家说:

你知道,他已经断言,有人为他"不加干涉"地编写计算机程序。我不知道这意味着什么……我和许多人都不满意的一件事是他分析数据的方法,还有他用计算机进行的分析不会对他的数据分析造成多大差别……

第四,科学家对韦伯及其他人工作结果的信任或怀疑所提供的"非科学"理由的清单,暴露了他们没有一个优秀的"客观"标准。这份清单包括:

基于过去的合作关系,相信实验能力和诚实。
实验者的个性和智慧。
管理一个大实验室的声誉。
科学家是从事产业工作,还是从事学术工作。
过去的失败史。
"内部消息"。
结果的类型和表述。
实验的心理学进路。
原创性实验的大学的规模与声望。
各种科学网络的综合利用。
国籍。

正如一位科学家在概述他对韦伯结果的怀疑来源时所指出的:

你看,所有这些很少与科学相关。最后,我们开始认真考虑他的实验,而且你将发现,我无法像我愿意的那样尽可能慎重地找出实验的毛病。

因此，在这个领域内，根本没有一组“科学的”标准能确定发现的有效性。实验者回归使科学家利用别的质量标准。

第五，也是最后，下面引用的一组访谈表明，科学家运用了非正式的论证方法和劝说。首先，读一读下面的引文，它好像表明对正式标准没有达成共识。

> 我们办了一个……为期两周的……暑期班。当我们刚到那里时，有一个令人兴奋的氛围，因为这个氛围好像是由下列讨论营造的：P说，他找了30天，也没有在O的灵敏度水准上看到任何相合，而O对此深感不悦。他们一起讨论了很长时间。当会议正式结束时，他们同意O的仪器比P的仪器更灵敏……这样，正式地说，没有任何歧义。非正式地讲，我不知道……

> 唉，有两位来自……的教授到处散布传闻说，Q正在用灵敏度更高的仪器重复我的实验。他在与R的电话交谈中否认这一点。我不知道真相是什么。

> ……当我听到这些结果和抵毁O的这个间接报道的事实时，为了让O知道，我打电话给他，告诉他正在流行的传闻是什么，我还说，我对这种描述的真实性表示怀疑，他也跟我说了很多，他们实际上根本没有接近他的灵敏度……

> 还有一种传闻是，S看过T的文章，断定这些统计数据绝对是无意义的，并拒绝刊登这篇文章，而T希望他能刊出它，可S拒绝这样做，后来，在S休假期间，另一位编辑V不再考虑此事，因为他断定这篇文章带来了太多的谣传。

> ……事实上，有一本地下刊物流行的说法是，S写道，他不愿意挑明所有这些矛盾。

> U和其他少数人试图把我也拉进去，卷入“激进分子”的反叛当中……但是，我确实没有卷入其中……在处理问题方面，U是一位否定

论者,他处理问题的态度相当平常,有一段时间,他开始推翻 O……有两种阵营,U 是公开颠覆 O 的那个阵营中主要的积极分子。

在这种情况下,我们已经足以看到,判定谁的探测器好和谁的探测器不好的论证,是一个有趣的社会过程。

4.1.5 胜任与存在

对这些论证的判定与是否有引力波存在的问题是共存的。当人们断定哪些实验好时,显然,不是探测到引力波的那些实验好,就是没有探测到引力波的那些实验好。这样,引力波是否能被探测到的问题就突现出来了。

另一方面,一旦知道引力波是否能被探测到,就有一个可用的标准来判定哪一个特殊的仪器是好仪器。如果有引力波存在,那么,能探测到引力波的仪器就是好仪器;如果引力波根本不存在,那么,探测不到引力波的实验就是好实验。

这样,什么算做好的引力波探测器的定义和裁定引力波是否存在的问题,是相互一致的社会过程。它们是实验者回归的社会体现。

引力辐射的这个案例导致了另外两个命题:

命题七:当常规标准——成功的结果——不适用时,科学家对能胜任地做哪些实验存有分歧。

命题八:在把什么算做一个能胜任地完成的实验存有歧义的地方,接着发生的争论与什么是恰当的实验结果之争是共存的。结束关于能胜任的含义之争,在于"发现"或"没有发现"一种新的现象。

4.2 引力辐射:1975 年

1972 年之后,支持韦伯断言的人越来越少。1973 年 7 月,两个小组分别在《物理评论快报》(*Physical Review Letters*)上公布了否定的结果(一个比另一个晚了两周)。1973 年 12 月,第三个小组在《自然》(*Nature*)杂志上发表了否定的结果。这些小组以及其他三个小组相继进一步发表文章断言,随着仪器灵敏度的增加,结果仍然是否定的。自此之后,没有任何一个人断定,他们找到了确证韦伯发现的任何线索。

随着科学家不断地确定韦伯的结果是不正确的,实验活动所抓的关键问题在1972年后发生了改变。在1972年,有12个小组主动针对韦伯的结果进行实验,到1975年,除了韦伯之外,没有任何一个人继续从事这个方向的研究,他甚至还面临着严重的资金问题。不管怎样,大约还有7个小组怀着检测到理论上所预言的小辐射通量的希望,正在建造或正考虑设计灵敏度高出几个数量级的天线。

在1972年,少数科学家相信存在着高能量的引力波,而且几乎没有人公开承认引力波不存在。到1975年,许多科学家已经付出时间与精力积极地提出反驳韦伯的案例。其余的大多数科学家承认,韦伯是错误的,除了韦伯之外,只有一位科学家认为,探索高通量的引力波是有价值的。用我的回应者的话说,可以公平地把1975年称为"后韦伯时代"。

4.2.1 争论的终结

关于引力波存在的下一阶段的论证细节——这些论证使得高通量断言的可信性完全丧失了——将在别处作详细的描述(Collins, 1981c)。这里,我只提供一个简单的概述。

到1975年,当几乎所有的科学家都一致认为不存在高通量的引力波和韦伯的实验是不适当的时候,他们的理由显然各不相同。有些人确信,因为韦伯在他的计算机程序的某个方面犯了一个相当明显的错误;另一些人则认为,在造成太大的损失之前,他已经满意地纠正了这个失误。有些人认为,对背景噪声水平和剩余波峰总数的统计分析是不适当的;但是,另外一些人则认为,这不是问题的关键。当韦伯断言在他自己的探测器和另一个完全独立的实验室的探测器之间发现了相合的信号时,他也犯了一个很严重的错误。这些相合是通过比较两个探测器的磁带部件记录的数据推断出来的。对韦伯来说很不幸的是,结果证明,他所比较的两个磁带部件已经分别记录了四个多小时,所以,他可能有效地在纯噪声之外幻想出一个信号。不过还是要说,既然所报道的信号水平几乎没有统计意义,所以,要想找到认为损失不是太大的科学家并不困难。[2]

有人认为另一个相当重要的因素是,韦伯近年来一直没有设法提高自己结果的信噪比。事实上,鉴于他一直在改进自己的仪器,所得到的基本信号似乎越来越弱。科学家认为,这不是典型的新的科学工作。更有甚者,最初报道的星关联也在逐渐消失。此外,无论如何,只有一两位科学家认为这

些批评是决定性的。

最后,毫无疑问,其他实验室几乎统一的否定结果是一个重要的转折点。然而,在六个初步的(实验在什么时候不能算做实验?)否定实验中,除了一个实验之外,其余五个实验都受到了韦伯的一个或多个批评者的尖锐批评!更何况,韦伯自己认为六个实验都不适当。鉴于前面的分析,对此不应感到奇怪。[3]只有一个实验没有遭到韦伯的批评者的批评,而且,这个实验的设计尽可能地模仿韦伯最初的设计。韦伯对这个实验的批评,暴露出他们信号处理算法的不同(Collins, 1981c)。

这样,韦伯的一个或多个批评者,与韦伯自己一起,挑出了反对高通量引力波断言的每一个证据与论证的不足。只有在一个实验案例中,没有人支持韦伯对设计内容的批评。

4.2.2 高通量引力波的消亡

在这些情况下,我们并不清楚高通量案例的可信性为何会变得这么低。事实上,起决定作用的不是个别未受批评的实验:科学家在讨论时很少涉及这一点。显然,否定意见的整个影响是一个因素,但是可以说,倘若所有的否定证据都容易处理,就没有必要如此确定性地总计否定实验的数量。有一种汇集证据的方法是关注每个证据中所包含的缺点,这样,完全拒绝高通量的断言就成为不必要的推论。毕竟,正如其他科学家所承认的,韦伯比其他任何一个人都付出了更多的时间、精力和奉献精神从事这项研究工作。一位回应者报道说:

> ……大概在那个时候[1972 年],韦伯来拜访我们并作了评论,我认为,这个评论是恰当的。"在引力波事件中,这是一个很困难的时期",因为他觉得,他为了获得信号要一直工作 10 年或 12 年,求助于实验是非常容易的,如果你没有观察到引力波,你也别指望弄清楚你观察不到的原因,你只不过是发表一篇论文。重要的是刚才说的"我没有观察到"。因此,他感觉到,事情正在进入低潮……

另一位与韦伯一起工作的实验者同情地评论说:

> ……[韦伯与其他人的主要区别是,韦伯]每月、每周、每天都花费大量时间和仪器待在一起。当你与他一起工作并设法获得许多重要结

果时,你就会发现,[例如]你选择的一根真空管(比如,是百里挑一的)作为一个好的噪声真空管,如果够幸运,能用一个月,但实际上又多用了一个星期。发生了一件事,有些小微粒离开阴极,然后,你发现一个小点,那就是噪声,查明这一点的程序既长又单调乏味。同时,从外表来看你的系统也是一样。

因此,大部分时间你能拥有一个运行的系统,而且,你认为它运行得很好,其实不然。韦伯赋予他的系统的一样东西是其他人做不到的,这样东西就是奉献——个人奉献——作为一名电气工程师的奉献,其他大多数人不是……

韦伯是电气工程师和物理学家,如果结果证明,他看到了引力波,而其他人却没有,对此答案就是,他们不是有奉献精神的实验者……与仪器生活在一起是了不起的,我发现这一点确实很重要。这有点像是了解一个人一样——相处一段之后,你能说出你的妻子什么时候感到不高兴,甚至她自己都不知道。

韦伯自己谈到的一个重要因素是:

有奉献精神的人,在他确信实验适当进行之前,他应该一直做实验。我认为这是关键问题。我无法取消一直以来所着手建立的复杂实验,它一开始运行时就工作得很好……根据[我们现有的]这种气氛和这类情形,人们不可能投身于确证较早的实验结果……

科学家知道这方面的实验工作,这使他们勉强把总的否定解释推诿给一组否定结果。无疑,面对这种否定证据仍然坚持高能量引力波断言的可能性,是支持批评家工作的重要激发力。[4]

4.2.3 证据的明朗化

我称这位批评者为"Q"。他已经建造了一根最微型的天线,尽管他论证说,由于他的精致设计,他的天线至少与韦伯的天线一样灵敏。然而,其他的批评者差不多总是有所保留地讨论Q的实验,因为Q的天线太微型化了。但是,他对天线实验的描述方式,使得这个实验的影响很大。正如一位科学家所指出的:

……通常,就科学共同体而言,可能正是Q的出版物广泛地决定

了这种态度。但事实上他们所做的实验是无关紧要的——这是一件小事……而最重要的是他们详细描述天线的方式……其他任何一个人对此都跃跃欲试……都有点犹豫……然后,Q 用这个玩具做到了。你看,这正是他详细描述天线的方式。

另一位科学家说:

Q 的天线灵敏度相当低,因此我认为,他所产生的影响比任何人的影响都小,但是他谈话的声音比任何人的声音都大,并且他对数据的分析工作做得非常漂亮。

第三个人说:

[Q 的论文] 很不错,因为实际上文章的分析对其他人很有说服力,这篇文章第一次展示了任何一个人都可以用简单的方式解决的棒的热噪声应该是什么的问题……这篇文章以一种非常有条理的方式做到了,而且对每个人都有几分确信度。

第一个否定结果被谨慎地报道过。科学家讨论了能说明矛盾的所有逻辑可能性。韦伯的结果是伪造的,不是可发表的确定事实。紧接着出现了 Q 直言的第二次实验报告,这个实验报告对数据进行了细致的分析并断言,实验结果"与韦伯的那些报告有很大的冲突"。当时,正如一位回应者所指出的,"开始了大量的实验,之后,谁也没有观察到什么"。

当时呈现出的图景是,一系列实验使与韦伯公开发表的结果不相同的意见变得更加有力和可靠,但是,只有确立了人们所说的实验报告的"临界质量"(critical mass)之后,这种信心才能树立起来。这种质量是由科学家 Q"引发的"。

从一开始 Q 就认为韦伯是错误的,并且他按照这种信念行事。不过,最表面的解答得出的结论是,Q 的行为没有韦伯的行为诚实。我们也应该注意到,Q 已经制定了一个策略,以求能发现高通量的引力波,这样会比下面建议的快速解答较为不保守。分析 Q 的行为时,应该牢记这些条件。

Q 的其他重要干预是:只要韦伯能很快澄清问题,发现韦伯计算机程序有误的人实际上不准备揭露这件事。然而,Q 在一次会议上迫使讨论公开

化了。

发现这些错误的人对错误的评论是:

> 至于[ ]会议,Q强迫我插手,我参加[ ]会议并不打算提及计算机的错误,除非韦伯作出一个错误的陈述……但是,当我到了那里,Q递给了我一份他的评论稿复印件,因为我要阻止会议……那天我连午饭都没吃,沉浸于我将要说的所发生的事情当中,沉浸于我认为的一种不带任何感情色彩的准确方式当中……那是第一次公开宣布。

另一个科学家评论说:

> ……我觉得,那是一个非常有煽动性的问题。显然,在这个案例中,韦伯通过对数据的分析,已经发现了他自己的错误,我也感到这是不言而喻的,有少数人知道这件事足矣。但是,"Q"没有感觉到那个方面,而且他跟在韦伯后面……而我作为旁观者,掩盖了我的观点,因为我实际上对那类事情不感兴趣,因为那不是科学。

Q也给一个物理科普杂志写了一封"信",其中有这么一段:

> [它表明]在……[确定的磁带]……几乎所有所谓"真实的"相合……都是通过个别程序的错误造成的。因此,除了引力波之外,某些现象不仅能够,而且事实上,确实[在此数据中]引起了零延迟的过多的相合率(强调是Q加的)。

而且

> ……韦伯小组已经公布了根本不可信的证据来支持他们探测到引力辐射的断言。

Q向我说明了他的实验策略,如下:

> ……一开始我们所能做的仅是分析韦伯的工作,然后,从原理上表明,他不可能探测到他所说的他正在探测的引力波……我们能够论证,即使在理想情况下,他也无法探测到引力波。但我们觉得,如果我们这

> 样做,我们将没有可信度……而且,我们能获得尊严的唯一方式是得出我们自己的结果。

Q 小组在完成了操作和发表了关于他们的"微型"天线的报告后,建造了第二根天线,这根天线除了微型到足以利用相同的辅助设备(真空腔等)之外,加大了尺寸,提高了灵敏度。如果他们考虑到为了做到使他们对韦伯结果的否证合法化,他们的第一根天线(尽管是微型的)还是太大了,那么,我就会对他们向着这个方向前进的理由感兴趣。

就最大限度地利用可用设备而言,Q 的回答很简单。新实验几乎没有什么花费,还进一步使引力波可能存在的上限下降了。Q 小组的另一个回答是:

> ……噢,我们知道将要发生什么。我们知道韦伯正在建造一个更大的天线,我们只是感到我们的微型天线还没有足够的说服力。我们恰好先韦伯一步,也提高我们的灵敏度。
>
> 在那一点,不再是研究物理学。它曾经是不是物理学我们并不清楚,但到那个时候它一定不是物理学。如果我们正在寻找引力波,我们就将采纳一条完全不同的进路。[举例来说,一个实验要有足够高的灵敏度来发现理论上预言的辐射]……在建造韦伯拥有的……这[类]探测器时,恰好没有切中要害。你并不只是探测不到任何东西。[就这样一种探测器——你知道,不仅要基于理论基础,而且还要知道韦伯是如何处理数据的]。因此,在建造探测器时,除了有人在《物理评论快报》上公布研究结果之外,根本没有目标……相当明显的是,[另一个指定的小组]从未得出过确定的结论……因而,我们只是继续做下去……我们完全知道所要发生的事情,就是一个获得相当确定结果的问题,以便我们能在一份著名杂志上发表文章,并试图以这种方式结束这件事。

上述引文的最后一段特别重要。Q 小组已经由朗缪尔(Irving Langmuir,1953)把一篇论文传播给其他科学家和韦伯本人。我也引用了这篇论文。朗缪尔的论文研究了"病态科学"(pathological science)的几个案例——"科学事业不是这样的"。Q 相信,韦伯的工作是典型的这种类型。他试图说服韦伯和类似的其他人。朗缪尔引证的大多数例子花了很多年才

最终确定下来。正如Q小组的一位成员指出的:

> 我们只是希望看到是否有可能立刻结束这件事,不要拖延20年。

他们之所以担心是因为他们知道韦伯的工作是不正确的,但他们会明白,这种情况没有得到普遍的理解。事实的确完全相反。还是给出一段引文:

> 此外,韦伯很难进行下去。他引发了无数的讨论……我们有一些研究生——我忘了他们来自哪所大学——围过来看仪器……他们具有的非常坚定的看法是已经探测到了引力波,而且这是一个活生生的已确定的事实,而我们只是觉得,不得不做些事情来阻止这件事……这件事正变得越来越无法控制。如果我们写了一篇普通的论文,那只是说我们看了一下,而且我们没有发现引力波,那么毫无疑问,情况已经恶化了。

总而言之,Q和他的小组企图在尽可能短的时间内否决韦伯的发现。根本没有理由相信,他们除了以异乎寻常的有力方式追求他们的目标之外,没有支持这些行动的最高目的。他们做实验的目的是为了提出一种观点,以便更有效地推翻韦伯的断言。如果他们没有"看到别人计划做什么,并确定没有人做出这种对抗",他们就不可能开展任何实验工作。

因此,Q看上去好像认为,只是简单地提出少量的实验结果,不足以摧毁韦伯结果的可信度。换言之,他所扮演的角色,使人们期望科学家意识到,只有证据与论证不足以明确地确定现象的存在状态。

我已经指出在这个案例中如何解决实验者回归的问题。可以说,似乎是Q使否定报告的影响力扩大了,所有的否定报告本身是非决定性的,这点明朗化了。自此之后,只有产生否定结果的实验才被纳入对争论有重要贡献的范畴当中。后来,Q对扭转社会上可接受的根本不存在高通量引力波的看法作出了他的贡献。从此以后,由于这个事实,产生肯定结果的所有实验一定都是有缺陷的,例如,韦伯的实验。拥有一台引力波探测器现在更像拥有一台TEA激光器。

那是这个领域在1972年到1975年间发生变化的一个方面。现在我们考察一下其他方面的变化。

4.3 论证的内容和引力辐射的本质

科学家准备说明各种引力波实验结果的差异,其范围从评价相对灵敏度到评价每个实验者的个人品质。1972 年,我作为说明结果差异的候选人,提出了如下的所有变量的清单:

1. *在棒内探测振动的方法*

如上所述,韦伯使用了大致粘在中间的压电晶体,但在当时,可能使用的其他方法包括,以不同的方式把晶体夹在两块振动部件之间或者使用其电极间距随棒的长度变化而变化的电容器。

2. *建造棒的材料*

一些材料比另一些材料更高效。最近的某些实验用一块蓝宝石晶体作为振动块,但是在 1972 年,大多数实验用的是铝合金。棒看起来确实发生了变化,这种变化取决于它们的制造者和对它们的处理方式。一位实验者用的是纯铝,纯铝比合金效果更好,但是,他也遇到了"潜在"的极端问题:这产生了高水平的"噪声"。

3. *过去常用来处理信号的电子元件*

有人建议说,电子电路本身能产生"信号",或者把信号淹没在它们的噪声中,或者使不同的探测器呈现出同步信号,或者针对假的非引力干扰扮演着接收器的角色。

4. *过去常用来从"噪声"中辨析出"信号"的统计方法*

正如我们所指出的,必须下决心制定从噪声中分离出"信号"的标准。在最原始的系统中,通过观察呈现许多"波峰"的"输出图形"来作决定。高于规定下限的"波峰"将被算做是"信号"。这种选择过程可以由裁判团、实验者本身或其他科学家来完成。另一种选择是,可以用计算机或更复杂的统计方法来进行这种分析。

对这些不同技巧的有效性的论证估计,在很大程度上仍处于争论当中。

5. *估计造成"次要"波峰的频率和探测器灵敏状态的频率*

正如我们已经说明的,能预料到的一定数目的假波峰完全归因于系统中的噪声。为了估计真正的波峰数,必须估计这种频率。甚至在个别探测器正在寻找相合信号的地方,也有一定数量的相合信号是假的。

然而,也有这样的例子,并不是所有真正的引力波都能作为相合波峰被记录下来。这是因为如果分析真正波峰的算法是以只记录高于一定下限的

那些波峰为基础,那么,当棒中的噪声处于一个(随机的)低点时,通过的引力波不可能使棒足以把能量提高到高于下限的水平。这样,当引力波通过时,只有在两个探测器偶然地处于灵敏状态时,由引力波引起的相合波峰才能产生。因此,必须预计两个探测器的相合波峰的总数小于引力波脉冲的总数。

同样,在使用两个以上探测器的地方,所记录的相合波峰的总数还要小。对所有这些因素的估计影响了所记录的引力波总数的结论。高估次要信号和相合信号,将保留不是引力波的信号。

6. 棒的辐射频率和灵敏度高的频率

正如我们所说明的,共振的棒型装置处于它们的共振频率时是最灵敏的。并不是所有的实验都用相同的共振频率,所以这种差异可以说明结果的差异。

7. 辐射的脉冲寿命

不同的探测器和统计算法对不同寿命和波形的辐射脉冲或多或少是灵敏的。这样,有些探测器将不会"注意到"很短的脉冲,即使这些脉冲含有许多能量。这正是后面将要大量描述其相关争论的一个论证。

8. 仪器的校准

在1972年,有些科学家抱怨说,韦伯没能提供他校准探测器的每个细节,因此探测器的灵敏度不可能是确定的。这是一种非常重要的论证,正如下面所看到的,这种论证对实验者回归是有意义的。

我们试图用其他论证来说明怎样使韦伯的发现与一般的宇宙学描述相一致,或者说,韦伯的发现为什么是骗人的。

9. 接近辐射源

如果辐射源很近,那么,可以在地面上探测到大量的引力能量,不需要令人尴尬地估计与远距离的辐射源有关的绝对能量。按照平方反比定律,可以假设引力辐射的强度随距离的变化而变化。

10. 辐射的带宽

如果韦伯当时看到的正在产生的辐射全部集中在大约1661赫的窄波带里,那么,这又一次避免了令人尴尬的对能量的过高估计。

11. 引力辐射的聚焦

如果放弃宇宙是各向同性的假设,并设想引力的能量是以某种方式聚焦于地面,那么,还能再避免大的估计。

12. 伪造的效应(spurious effect)

科学家(于 1972 年)建议,可以通过电离层中的电流、中微子通量、雷暴(electric storms)和太阳黑子来说明韦伯的探测器之间的相合信号。到 1975 年,在其他方法中,还把广播电视或无线电波增列在这份清单上。

1972 年还提出了一些不太正统的说明。这些说明包括:

13. 在某些方面,引力辐射的脉冲引发棒中所储能量的释放

这是对这样的普遍观念的一个改进版本:引力波比曾经设想的更强有力地与材料联系在一起。

14. 说明这些实验结果可能要涉及"第五种力"(fifth force)

那就是,除了当前已知的磁力、引力、强相互作用力和弱相互作用力之外的某种力。

15. 发现引力波的结论完全是错误的产物,是蓄意的谎言,或者是自我欺骗

16. 这种说明可能需要涉及通灵力(psychic forces)

这个建议把非次要的波峰归因于(例如)实验者通过心灵致动进行操作的要求——思维影响物质的能力。流传的一种传闻是,韦伯曾请教过莱因(J. B. Rhine,一位从科学上探究超常现象的挂名领袖),尽管双方都否认这一点。另一位实验者在与韦伯电话交流之后,立刻在他的探测器上第一次看到了信号,而且,他还玩弄涉及某种心灵致动效应的理念。还有两三位实验者有兴趣研究"超感官知觉"(extra sensory perception)及其相关效应。超心理学协会的某些成员一定对这项工作最感兴趣并且欣喜若狂,因为他们相信,某些相关的科学家正在认真地考虑心灵致动假说。(这是我着手研究超心理学时所了解到的情况——参见第 6 章。当时,我根本没有想到在两个场之间会有任何联系。完全不是对我的任何一个问题作出回答,这个传闻对我来说完全是出乎预料的)。最后,一位第二代实验者正在与人合作设计一个实验,用仪器来检验天才的通灵人(psychic)所具备的能力。

随后不断出现的这组说明都没有发表——至少没有以作者的名义发表。

到 1975 年,这些对实验之间的矛盾的候选说明绝大多数已经从科学讨论的世界中消失了。最新的四种说明似乎相当古怪,而且正如我们所描述

的,讨论范围局限于对统计误差等的质疑。

这正是该领域达成共识时我们预计要发生的那种变化。当最初的断言在科学共同体中造成的混乱被顺利平息时,根本没有必要进一步深入探究"珍爱的信念"的背景,来努力揭示物理实在的新秩序。[5]韦伯是完全错误的。这仍然是淹没在日常生活海洋中的火山突然冒出了水面。今天这里几乎没有浪打的迹象。

考虑一下,假如以另一种方式进行论证。暂时假设,探测引力波的设计被定义为能胜任的设计。在这种情况下,高通量的引力辐射或者凡是在韦伯探测器中引起相合信号的东西,都将被定义为这样的东西:它只能用像韦伯那样的仪器观察到,而用韦伯批评者的仪器却观察不到。这两组天线之间的差别——能探测到现象的那些天线和不能探测到现象的那些天线——现在说明了能引起相合信号的所有东西的本性。这就是说,引起相合信号的所有东西一定都具有某种重要的本性,它能影响韦伯的天线,但不会影响他的批评者的天线。

例如,考虑上面的第6点:如果批评者继续致力于研究不同的频率范围,那么,我们就会知道辐射频率分布的某些方面:它一定被限制在韦伯的波带之内。

如果第7点是关键的差别,那么,他们将会提供关于辐射脉冲形状的线索,这是韦伯企图创立的一个要点。

如果根据第12点的可能性目录以某种方式说明不同的性能,那么,韦伯所发现的可能是某种新的非引力现象。

最后,只有第13点或第16点就能说明两组天线之间的性能差异的这种发现,将有点像物理学中的一场革命。(谈论"发现"这样的问题是狡猾的,人们应该更确切地谈论确立或"谈判"。第6章将详细地讨论这些不同的谈判策略。)

正如我所说明的,到1975年,韦伯的工作所提出的基本可能性已经从物理学家的集体意识中消失了。当时已经澄清了韦伯断言的本质:它们只不过是一个无关紧要的错误。在反事实情况下,将揭示出令人吃惊的某个方面。我在这里所要论证的是,正像决定是否能探测到引力波的过程与决定相信哪一组结果是共存的一样,同时也澄清了引力波的详细本质。对实验质量的不同判定与对引力波本质的不同判定相一致。可以把这一点概括为第九个命题:

命题九:判定现象的存在与"发现"现象的特性共存。[6]

4.4 打破回归的一种尝试:实验的校准

尽管在很大程度上已经说明了引力波的消亡,但是,审视打破实验者回归的其他尝试是有价值的。以这种方式能看到各种非实验和非科学的活动。如果以这种方式观察,那么,某些科学家企图通过怀疑韦伯本人的品质来怀疑高通量引力波的阴谋活动似乎是不足为奇的。现在请读者回顾1972年给出第一组、第三组、第五组引力波评论的研究者并用这种方式来看待他们。这是一个在没有独立标准的前提下可以得出任何结论的问题。这些"非科学的"解决方案所达到的目标,类似于对广义相对论或宇宙本性的最抽象的理论论证。阴谋和先验的理论都是企图打破这种回归。[7]

关于引力波故事的另一段插曲,不仅阐明了命题九,而且很明确地显示了回归的循环本性。这就是科学家企图把"检验的检验"作为解决争论的一种方法。这种检验就是校准竞争者的天线。如果能够表明韦伯的相对灵敏度没有他所断言的那么高,那么否定的实验结果将会更可信。

仪器的校准是一种常见程序。设想已经建造出一个原型伏特计。它由一个在刻度盘上来回摆动的指针组成,但是,这个刻度盘上至今还空着。要校准仪器,使已知电压与表端接触,记录下指针静止时的对应位置。这样,把对应于已知电压的记号刻在刻度盘上。自此之后,可以用仪表测量未知电压,使未知电压与表端相接触,指针静止下来的记号就是答案。

建立这个程序的假设是未知电压在仪表上的反应方式与用来校准的标准电压的反应方式是相同的。这是一个很小的假设,不值得加以命名。毕竟,一个电压,是一个电压,就是一个电压!然而,在校准一个伏特计的过程中,用标准电压来取代至今不可测量的信号,这种说法是正确的。在更具争议的科学中,优先假设校准过程更加重要。

4.4.1 校准引力波

韦伯的有些批评者,为了缩短对不同实验的相对灵敏度的循环论证,便从物理学上校准他们的天线。他们的做法是,经过一个带静电的"末端电极"把能量脉冲输入棒中。这个末端电极能够以一种人们明确了解的方式

把微小的振动输入棒中。这种校准过程相当于用天线探测一种可明确了解的替代现象。显然,正如这种检验所定义的,所有称得上精心设计的仪器都是能探测到静电脉冲的仪器。至于脉冲的存在,则是毫无疑问的。

韦伯最初并不愿意以这种方式较准他自己的天线。韦伯的一位批评者描述的情况如下:

> 我们以一种不用计算的独特方式较准了我们自己的天线。所以,我们知道我们的灵敏度有多高,并且,那时候我们能计算出韦伯仪器的灵敏度。这样看来,当你说相对灵敏度是一方面能被计算而另一方面又知道是绝对准确的某种东西时,你的这种说法是正确的……此后不久,我们真的有机会来校准韦伯的天线,我们发现……我们的计算是正确的……

正如这位回应者所提出的,大多数批评者把对韦伯仪器延迟的静电校准结果看成对他们计算的一种辩护。他们觉得这是一个决定性的证明:批评者的天线的灵敏度至少与韦伯天线的灵敏度一样高。特别是,似乎确定了关于处理输入信号的正确方法的一种论证。韦伯坚持认为,获得最大灵敏度的方法是一种非线性的(或能量的)算法(这种算法与处理原始信号的电路和计算机程序相关)。韦伯的批评者则坚持认为,一种线性的(或振幅的)算法是最好的,而且这促使统一使用线性算法。正如一位回应者所指出的:

> 对于一个正弦波信号来说……结果证明,为了探测到某种东西,一个线性系统能够在理论上和相当好的意义上被表明是一个最好的系统。但是,韦伯总是运用非线性系统,因此,他最初的断言是,这个系统无疑是较好的,因为他用这个系统发现了引力波,而使用线性系统的人却没有发现。尽管你能严格地证明这种事实,但情况并非如此。
>
> 唉,韦伯在这方面很难再前进一步,最后,他执行两种系统……他把同一个探测器既与线性系统接通,也与非线性系统接通……他所发现的是,他用他的系统有时真的发现了引力波。然而,当他终于在校准器(能够模拟引力波的东西)上倾注了很大的热情之后,结果证明,线性系统在发现校准器的信号方面要好20倍……

在这段引文中,最后一句话是最重要的。韦伯并未采纳他的批评者对校准结果的解释。相反,他断言这种较准的形式并不适当。这样:

> 柯林斯:在读您1974年发表的文章时,我了解,您确实用两种算法校准了实验,那么,您用线性算法得到的结果更好吗?
>
> 韦伯:不,不是这样。其他人用的线性算法无疑更适合短脉冲——我来作出绝对明确的阐释。有些已知的论证运用了线性算法。这些争论适用于短脉冲,我也认为它们是正确的论证。线性算法实际上并不更灵敏这一事实向我们提供了关于脉冲特性的信息。这意味着,脉冲的特性与探究分析方法的假设不相符……到目前为止,我们考虑了这样的几种信号,它们所提供的结果有点类似于我们所观察到的结果。

韦伯的批评者用消极的眼光解读这种断言。有人评论道:

> 他所做的是改变信号的本质。他说:"嗯,这些信号一定不是我们所假设的形式。现在,它们一定是别的什么东西。"他举不出一个例子来说明其中某个奇异的波形。"因此,我的算法现在还是最好的。"事实上,这为他解决了许多困难。他所担心的是我们为什么看不到他的信号。于是他说:"现在我知道为什么了。这些信号具有怪异的形式。"

另一位回应者针对在校准器检验时韦伯算法的失败评论道:

> ……你具有这种难以置信的观念冲突:当你寻找引力波时,其他系统似乎更容易成功——这就是作者做的否定实验的一个最好事例。它证明,那里什么也没有。

有人也许把这些论证描述为揭示了为达到校准目的而运用替代信号的适当性。在这个案例中,当在"常规科学"时期完成的校准呈现出显著特点时,这种假设不值得称为假设。

4.4.2 假设的效力

直到故事的结束,韦伯对校准结果的解释一直备受怀疑主义的青睐。

韦伯确实设法发明与校准检验相符合的假设信号,这些信号具有脉冲外形。这样,通过他的天线,即用他的算法,比使用他的批评者的方法更容易探测到这些信号。然而大多数科学家认为,这样的信号不太可能存在。根据一位回应者的观点,具有这种外形的信号是“病态和无趣的”。换言之,思考能产生带有这种奇异而准确特征的信号的宇宙学方案是困难的。在当前的宇宙学中,韦伯所假设的信号形式太“难以置信”了,根本得不到认真的考虑。

总而言之,因为韦伯对替代校准信号的不适宜性的推理说明是不可信的,所以,较准的插曲对结束争论做出了贡献,也有助于使存在高通量引力波的断言消失。[8]

然而,关于这个案例还要再补充一点。不仅是韦伯的特定假设的失败,而且校准行为本身,都允许结束。回过头看,韦伯所提供的案例更好地支持了他对使用静电校准的拒绝——不仅因为结果证明是不利的,而且还因为把由校准行为提出的假设和解释的限定硬充当为一种结果。

屈从于静电校准的压力,韦伯至少提出了两个无可争辩的假设。首先,他承认引力辐射同他的天线物质相互作用的方式与静电力的作用方式相同。这当然是一个小假设,然而,正如本章已经表明的,关于引力是否比预计的更有效地与棒经由神秘机制来释放能量的问题联系在一起,产生了几次非正式的讨论。

更重要的是,韦伯无可争辩地指出:至少暂时,把局部脉冲输入棒式天线的一端,与把来自远距离的信源的能量输入整个棒,具有相似的效果。另外,这似乎也是一个小假设——显然,这是韦伯认为无异议的一个假设——然而,更新近的事件表明这个假设不是不可违反的。

4.4.3 一个可选择的替代品

一位继续从事更新式天线研究的实验者(我于1980年拜访过他)设计了一个不同类型的校准。他打算用特定材料所制的天线附近的小旋转棒所产生的波动吸引力作为替代品,而不是用静电力。天线材料与棒的材料之间的吸引力的迅速变化,作为它们的相对倾向的改变,确定为模仿在具有引力辐射症状的物体间的吸引力的高频率变化。即使这位回应者的装置比韦伯的装置设计得更复杂,也更加不会引起共振,他对较准方法质疑的回答也是贴切的:

柯林斯:与静电校准相比,旋转棒校准有哪些优点?

回应者:这个,既然旋转棒在引力作用的意义上与天线连接在一起,所以,它确实能为你提供相当基本的测量——如果你愿意——它还不是你所希望的。它仍然不能再现引力辐射效应,因为它是一个近场效应,并且,旋转棒其实只与这个东西的一端连接在一起,而不是始终如一地与整个天线连接在一起。因此,这是这条进路的局限性。旋转棒更适宜与像韦伯的共振天线那样的东西连接在一起,那样,你能够更近地连接上天线……

柯林斯:你如何能确定静电校准脉冲扮演着引力的准确类似物的角色?

回应者:哦,它们不是。它们当然不是……简单地从测量[用静电校准]来看……我恰好知道我正在使用的力……我能计算转换器输出信号的大小,仅此而已。但是,这没有模仿关于天线的引力波效应。也就是说,不是这种天线可靠,就是共振棒可靠。事实上,引力波与天线的所有部分和全部质量相互作用,而且,恰好无法再现这种情形——至少,我想不出产生这种效应的办法……

你利用静电校准所做的事情将是核对你的理论计算……你用这种方法无法检验当特定振幅的引力波击中天线时,会准确地告诉你发生什么样的理论计算……

对于这位回应者来说,如果有可能的话,用他那更复杂的天线和根据他的不同校准方法的理念,静电校准的优先假设是值得分析和规避的。他想到了一种避开需要静电脉冲的方法,用局部质量的吸引力的变化取而代之。他仍然不满意的是需要使用限于局部的信源,而不是使用更近似地模仿他天线的引力辐射效应的远距离信源。尽管他觉得,在韦伯棒的案例中,静电校准作为替代品比他自己的仪器更高级,这只是因为在韦伯棒的案例中对局部力与分布式力相关的分析是简单而似真的。正如他所指出的,"关于这一点是无可争议的"。

如上所述,没有任何一个论证在字面上是真实的。韦伯在接受静电校准时做出的选择是不去争论这些方面。我的回应者不限制校准信号的可能范围的决定揭示出,这种论证不可能是完全不可信的。

校准是用一个替代信号使一台仪器标准化。校准的运用依赖于这样的

假设:替代信号与用仪器测量(探测)的未知信号之间的结果几乎具有同一性。通常,这个假设太微不足道了,以至于引不起人们的注意。在有争议的案例中,用校准来决定能胜任的仪器的相对敏感度,这种假设可能会引起疑问。只有在这种假设没有受到严重质疑的条件下,校准才能被完成。事实上,在正在讨论的科学状况情形中,质疑只是通过所谓的似真性强加的。但是,使用校准替代品的这个行为可能有助于确立似真性的界限(limits of plausibility)。

韦伯在接受了他的引力天线的静电校准的科学合法性时,也同时接受了对他解释结果的自主性的制约。静电校准的行为确保,从此以后用一种奇异的方法处理吸引力,是不可信的。吸引力被理解为这样一类现象:在广泛的意义上,它们表现为与可明确理解的静电力一样的方式。校准之后,解释的自由被限定于脉冲外形,而不是信号的质量与本质。

韦伯实验的反常结果可能导致关于物理学普遍推论的各种非正统解释。这些解释又可能导致科学共同体的分裂,乃至科学进步的中断。促使韦伯用静电脉冲校准其仪器的一个方面是,他的批评者确保引力辐射仍然是在我们所了解的物理学范围内能理解的一种力。这些批评者确保了物理学的连续性——维持过去与未来的联系。校准不只是通过提供一个能胜任的外在标准来结束争论的一种技术程序。就校准确实以这种方式进行而言,它是通过控制解释的自由来这样做的。正是对解释的控制,不是"一种检验的检验"本身,打破了实验者回归的循环。

技术性附录

为了探测引力辐射,必须从噪声中分离出信号。大多数天线以图形记录器画出的尖线条的形式记录它们的数据。下面的附录说明了提取信号的技术和某些进展,这使善于怀疑的科学家认真地对待韦伯的断言。

在探索引力波过程中的技巧与创新

因为铝合金棒中有热噪声,所以,即使是最有效隔离的探测器,也将产生"噪声"输出。必须用某些方法从噪声中提取出信号。早期,韦伯把高于预定下限的每一个波峰都算做重要的引力波脉冲(图 4.2)。一个可选择的方法是寻找棒中能量的突然改变,不考虑波峰是否越过下限(图 4.3)。后者似乎是一种更有效的方法。韦伯对其输出信号的早期分析是通过"肉眼"来完成的。这是他的设计受到普遍怀疑的一个方面,尽管可以对此进行辩护。(毕竟,在图形识别方面,肉眼比计算机更好。)所有后面的实验都用计算机"不加干涉"地进行数据分析。

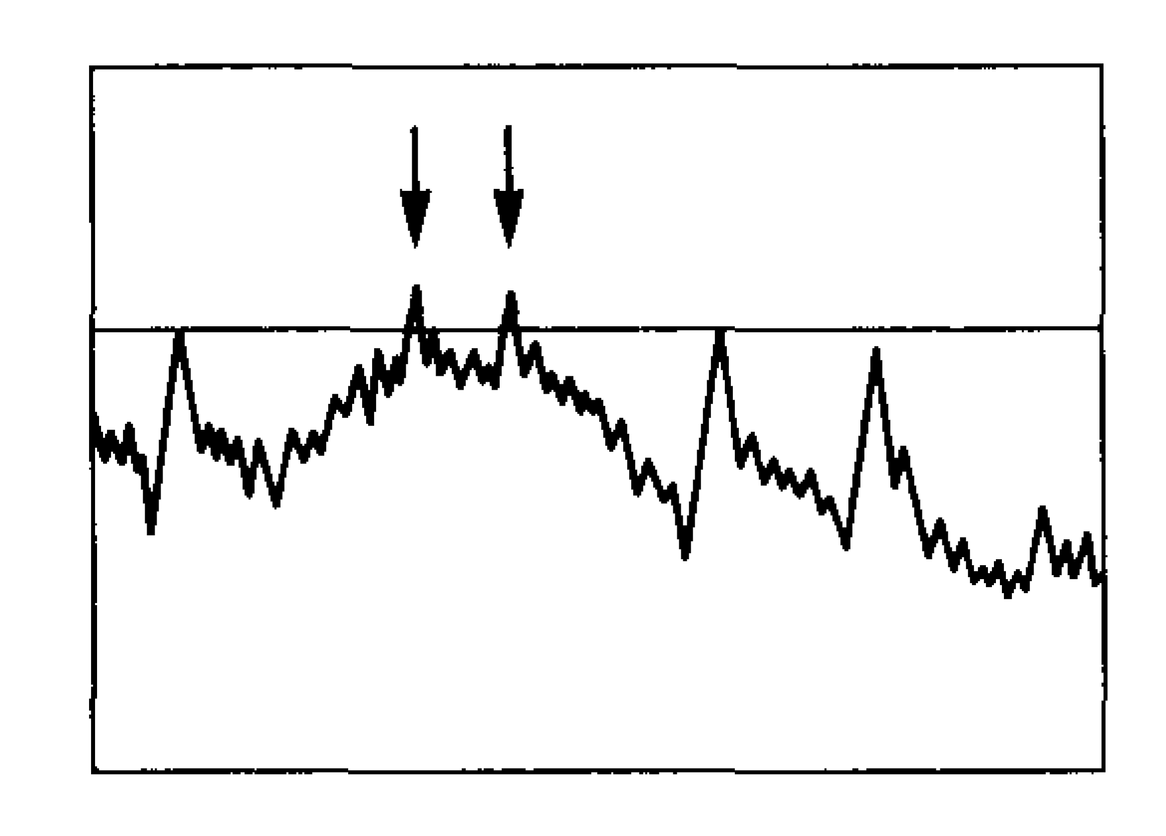


图 4.2 高于下限的作为波峰的信号

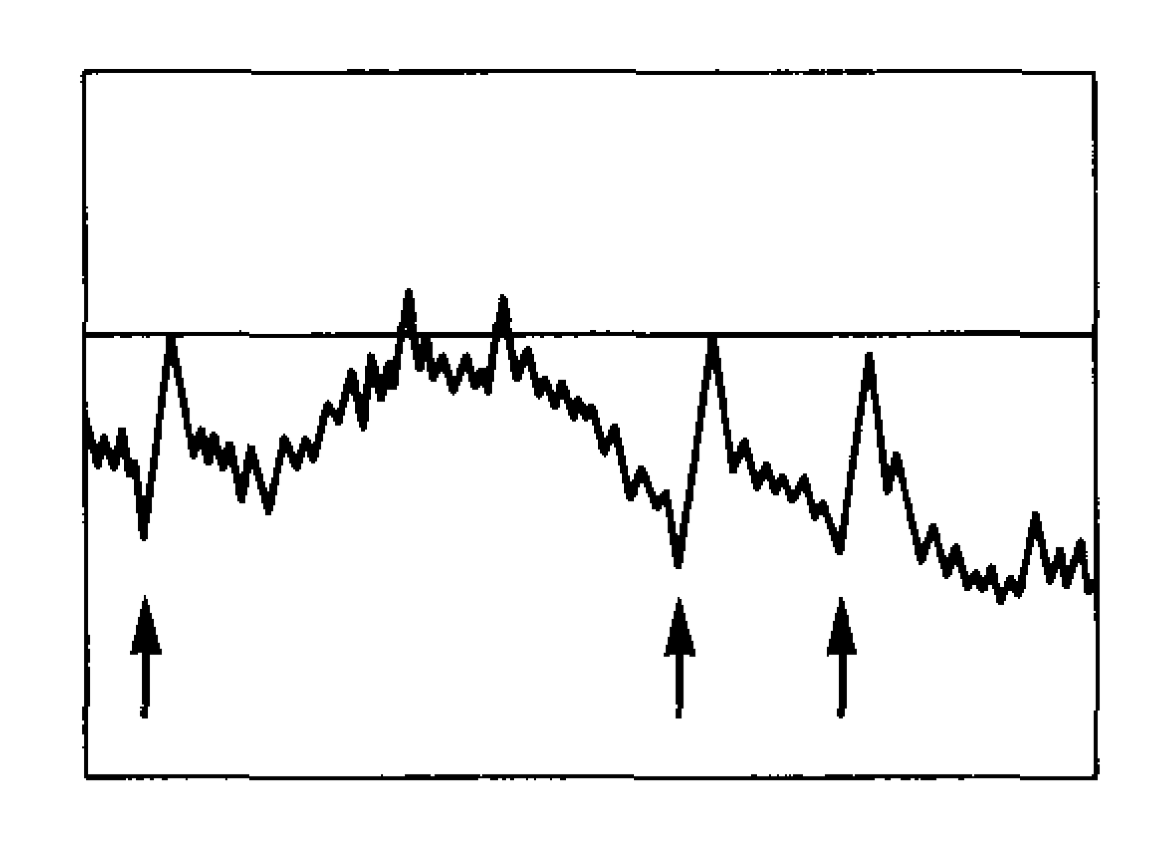


图 4.3 作为能量突然变化的信号

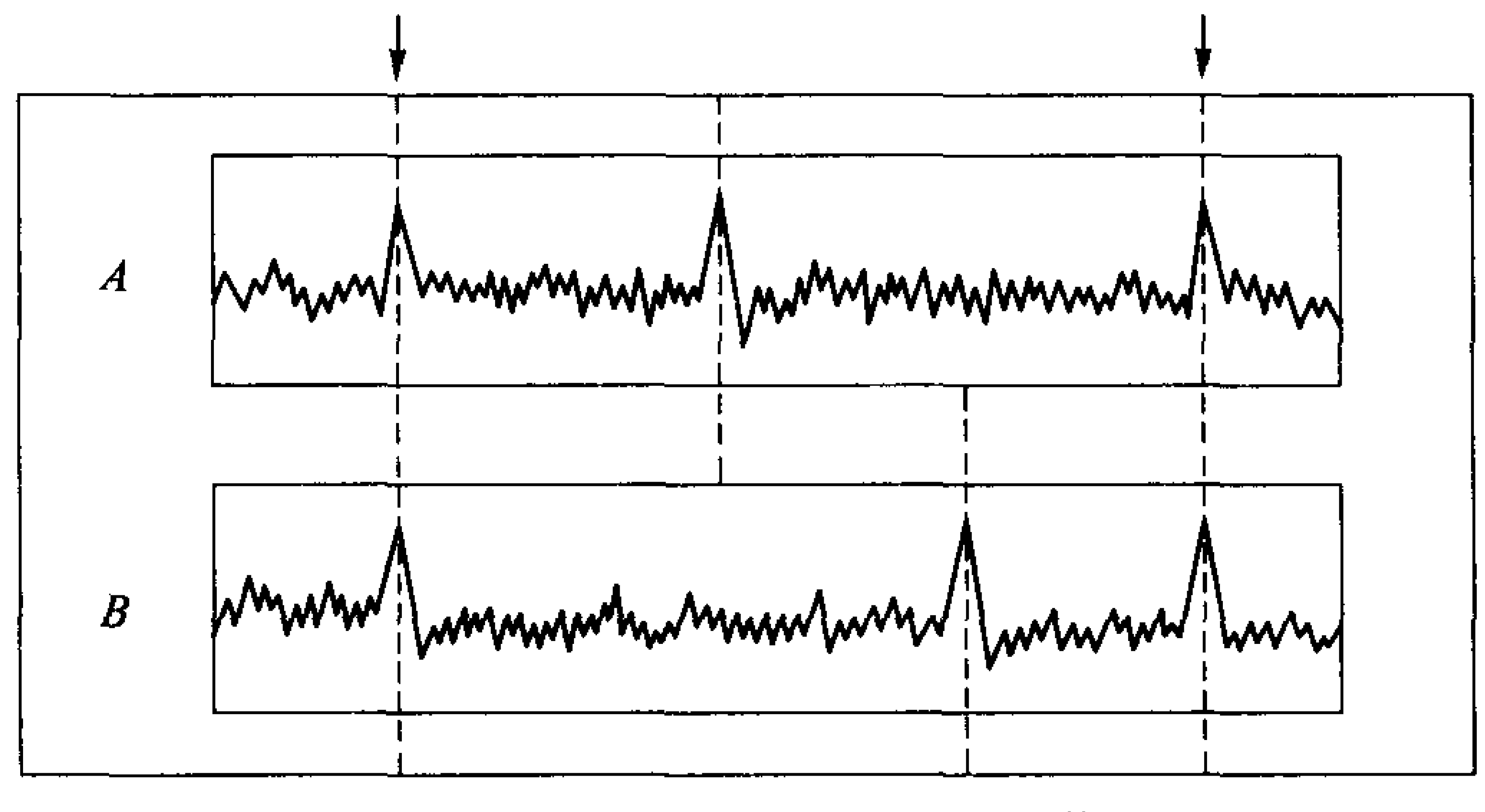


图 4.4 来自两台探测器的相合信号

一个主要的创新是,比较两个或(多个)独立天线的输出信号。(图 4.4)比较天线

A 和天线 B 的输出曲线。只有相合的波峰(图中箭头所示),才能算做真正的引力波。存在的另一个问题是,少数相合波峰是由于两台探测器中噪声的相合波峰而产生的。这些被认为是"次要特性"。用"延迟矩形"分析能够分离出次要特性和真正的波峰。

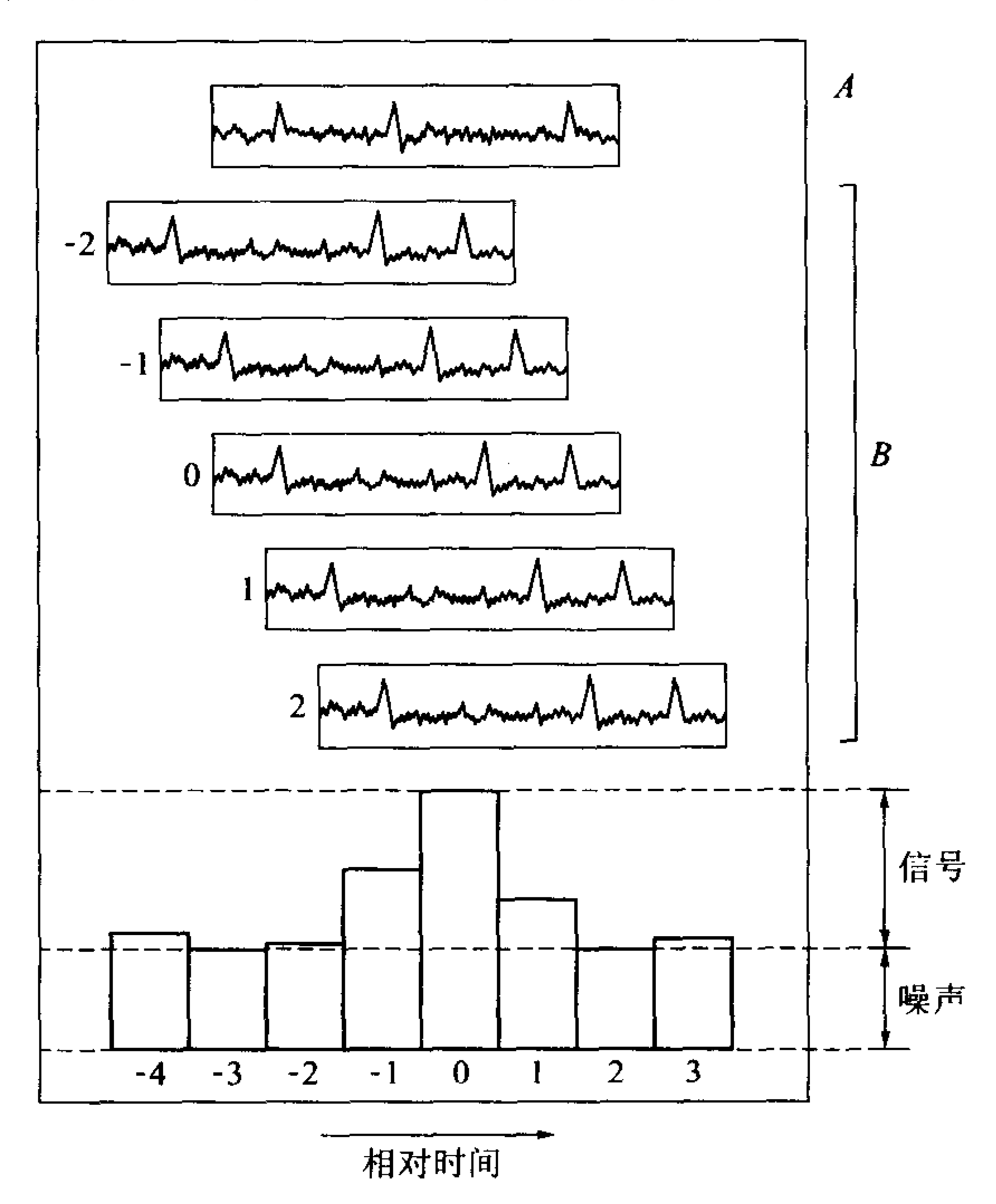


图 4.5 通过"延迟矩形图"从噪声中提取的信号

延迟矩形图(图4.5)是由下列因素构成的:首先,获得天线 A 的输出信号,然后,与天线 B 的输出信号进行比较,同时用变化的量及时替换天线 B 的输出信号。当时间间距加大时,输出信号中的相合波峰应该只是噪声的产物。这样,从远离延迟矩形图中心(零时间间距)的那些矩形盒子的高度,能估计出次要特性的总数。然后,用中心盒子的高度减去背景次要特性的高度来表示信号。既然棒式天线的时间分辨率并不理想,信号最终会有点扩散,所以,接近于延迟矩形图中心的那些盒子应该记录下高于噪声水准的信号。

如果夜以继日地每小时测定一次超过噪声的信号,然后,每小时合计该小时的总量,经过一周或一个月,就会注意到一个周期。图 4.6 中的矩形表明了这种练习的结果,还揭示了大约 12 小时循环一次的一个周期。韦伯早期断言,发现了大约 24 小时循环一次的周期。他推断,如果引力波来自空间的某一点(例如,在有许多恒星存在的地方的某一点——比如,银河系的中心),那么,当地球每旋转一圈——也就是说,每隔 24 小时——固定在地面的天线就是从那个方向上检测辐射的一种最有效的配置。然后他

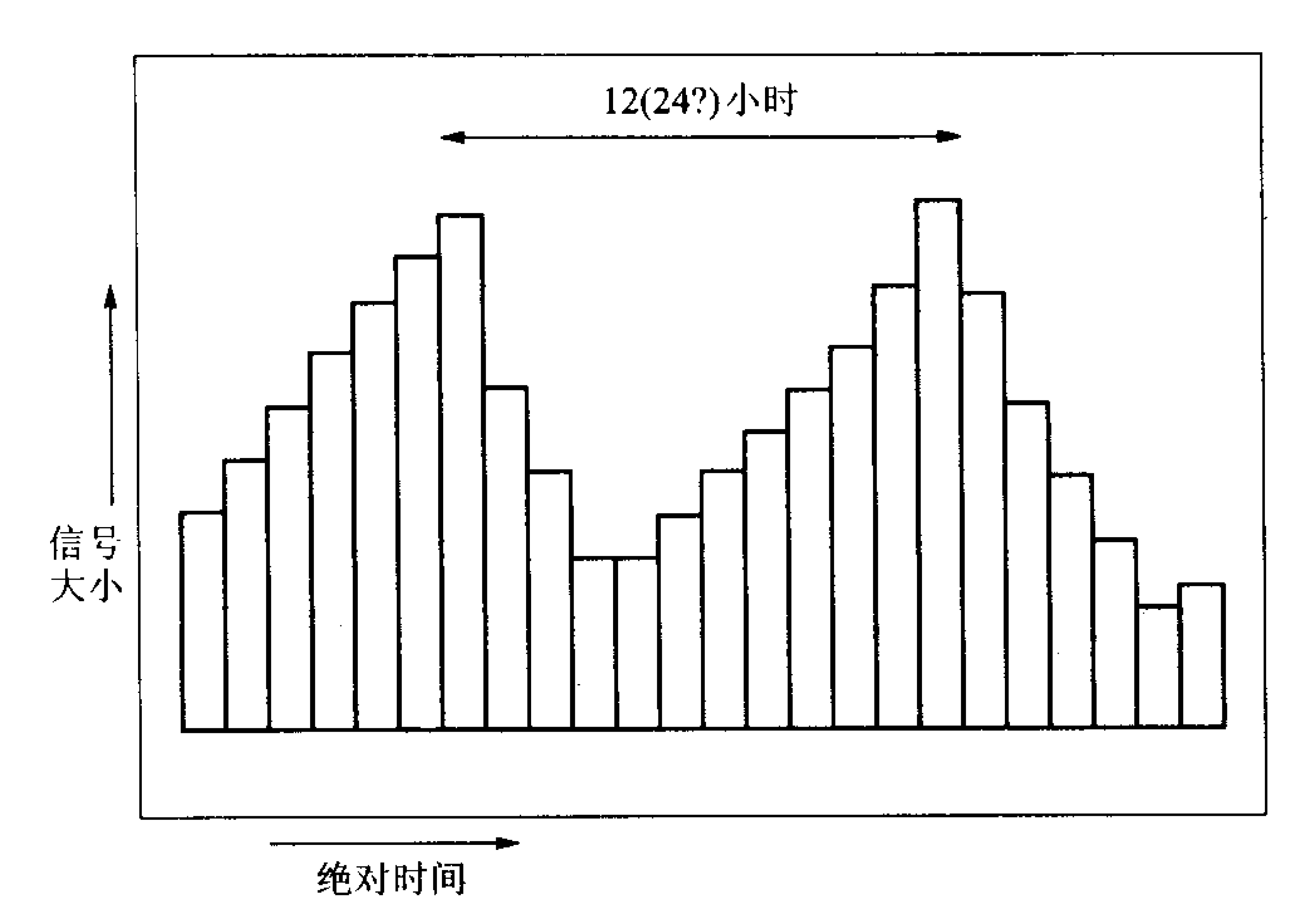


图 4.6 信号的周期

指出，既然地球实际上可以透射引力辐射，所以，每旋转一圈将能获得两次最有效的倾向（一边一次）。后来，韦伯断言，这种周期事实上是大约 12 小时旋转一周。

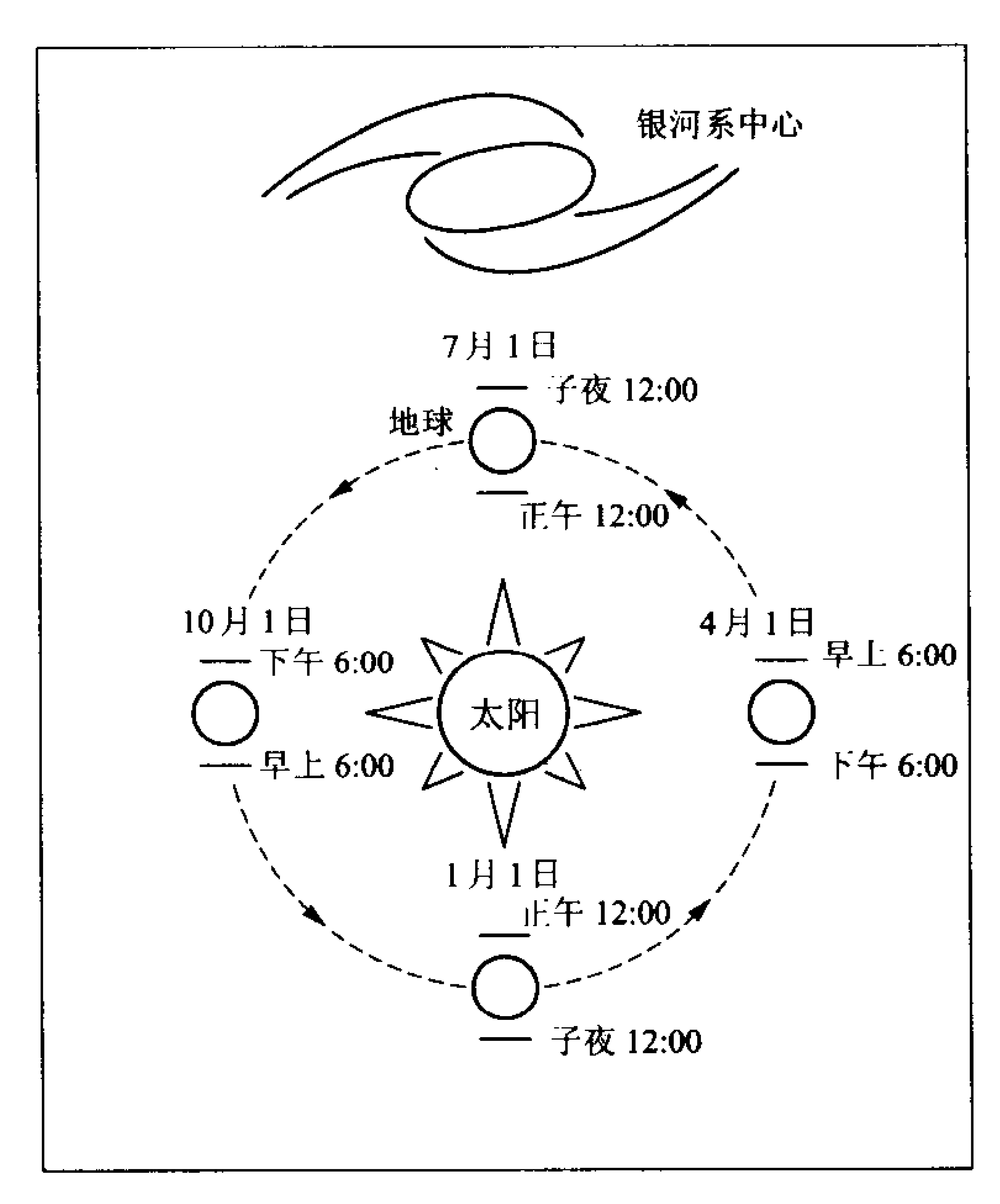


图 4.7 恒星的相关性

然而，如果辐射源是银河系的中心而不是太阳，那么，在一年当中，周期的相位会发生变化（图 4.7）。（换言之，天文日更接近于 23 小时 56 分。）这样，如果天线的配置

(在地球表面用相同的直线表示)在1月1日的正午12点和午夜12点最有效,那么,它最有效的时间还有4月1日上午6点和下午6点,7月1日的正午和午夜以及10月1日的上午6点和下午6点。这种相位变化就是"恒星的相关性"。

第5章　几个超常的实验：再论实验者回归

引力辐射研究是物理学的一个分支。其理论基础是现代宇宙学、广义相对论和与探测器本身的设计相关的科学与数学的其他分支。上一章描述的工作属于科学前沿，但是，它们是主流物理学的前沿。那些众多的参与者都是在颇有威望的研究所中身居高位的物理学家。一些著名的科学家要么做过实验，要么对理论讨论作出过贡献。

韦伯的异端发现一度向传统的物理学世界发起了进攻，但没有造成无法弥补的伤害。相比之下，下一个案例研究属于远离科学研究中心的领域。的确，它是在当前所使用的"科学"术语范围内，尽可能地远离了科学研究的中心。有些人可能会说，这个案例有点超出前沿。这个主题就是植物的情感生活。

5.1　植物对微弱刺激的反应

临近20世纪60年代末，纽约的一位测谎专家巴克斯特（Cleve Backster）在各大报纸上大肆宣传，声称发现植物是有情感的。测谎器（polygraph）的任务是记录人的皮肤电导率的变化，并在美国得到了广泛的使用。1974年6月，巴克斯特作为著名专家应邀在关于这个主题的听证会上作了一个声明。

正如他陈述的那样，他的不太正统职业的故事开始于他闲暇时，把测谎器的一个电极接到喜林芋植物的叶子上，他惊奇地发现，仪器记录下了叶子电阻率的突然变化。这些变化似乎仅与他伤害这种植物的意图相关，例如想着用火烧它等，即使他没有对植物进行有形的伤害。随后，巴克斯特决定用一种受控的方式检验这个发现。他对自己结果的第一次正式表述出现在《国际超心理学杂志》（*International Journal of Parapsychology*）上标题为"植物生活中的主要感知的证据"（*Evidence of a Primary Perception in Plant Life*）（Backster, 1968）一文中。对这种工作的相当全面而无批评的叙述可以在《植物的秘密生活》（*The Secret Life of Plants*）（Tomkins and Bird, 1974）一书的前三章中找到。

这类实验能够通过测量植物的两种不同的带电特征来进行。所有的早期实验都是用测谎器来测量植物体内的电阻。测谎器实质上由下列部分所构成:一个敏感的惠斯登电桥(测电阻)电路,把电路与植物相连的电极系统,以及像记录电阻变化的图形记录器之类的其他部件。这个版本的实验包括让小电流通过植物叶子的表面。用这种方法测电阻,可以使用直流电,也可以使用交流电。一种可替代的设计——后面的某些实验中会用到——含有一个脑电图样式的回路(EEG),用来测量植物的电输出量,而不是电阻。这种设计不要求电流通过叶面。

1968 年,巴克斯特介绍说,他准备了一台自动的仪器,把一连串活的小海虾投到热水里,以这样的方式来杀死它们。在一系列的投放过程中,用图形记录器监测三株植物叶子的电阻。巴克斯特断言,在海虾的"结局"与图形记录器的活动之间,他发现了一种具有统计意义的重要关联。当不是"投放"活的小虾,而是模仿"投放"的动作时,将无法发现这样的关联。在一个随机序列中,交替地用活的小海虾投放和模仿"投放"动作。巴克斯特的报告最终吸引了足够的关注,以至于引起其他科学家先是批评而随后重复他的实验。

5.1.1　实地考察

我对这个领域的调查始于 1972 年,其中,包括对巴克斯特和断言在类似的实验中发现了肯定结果的另外两位科学家的采访。1975 年,我完成了第二次实地考察之旅。

在 1972 年启程之前,我自己"重复"过巴克斯特的实验。在我们大学物理系同事的帮助下,我尝试着测量植物叶子的电阻变化。我们做了一对能把叶子夹在中间的小铝片,然后把它们与惠斯登电桥电路相连接。我们监测活的植物叶子的电阻,并在图形记录器上记录下输出量的变化。然后,我们对植物进行情感刺激,包括语言恐吓、拿一根点着的火柴靠近,等等。我们的图形记录器显示出叶子电阻的大幅度波动,但这些波动没有一个与任何一种刺激相关。我们的结论是悲观的。

5.1.2　1972 年的实地考察

与肯定的实验一样,1972 年还报道了一个否定的实验。对此的简单报道可以从《超心理学杂志》(*The Journal of Parapsychology*)(Johnson,1972)

刊登的一封来自约翰逊(R. V. Johnson)的信中找到。约翰逊按照巴克斯特所描述的方式用金属线把他的植物捆起来。正像我们自己的实验一样，他也发现了叶子电阻的相似波动，但他并没有发现这与情感刺激的任何关联。然而，约翰逊介绍说，当他把他的植物放到一个可控的环境中时，无法说明的波动停止了。通过让气温改变1摄氏度或2摄氏度，或者通过让湿度改变10%~15%，这些波动会重新产生。

约翰逊一开始就引用正统科学家的权威来证明自己的工作能力。他写道：

> 我是在华盛顿大学的电机工程和植物学系的严格监督下进行我的研究的，而且基于我的工作，我获得了硕士学位。

我谈到的三位科学家都非常了解约翰逊的实验。我问他们，他们如何处理对他们的实验结果似乎是无懈可击而相称的批评。结果证明，他们根本没有看到过这种方式的实验。他们确实对约翰逊的工作会受人关注而感到非常惊讶。下面列出了三位科学家的不同回答。

首先，三位答复者中有两个人的评论表明，一般来说，他们相信约翰逊的实验没有达到专业知识的必要水准：

> ……大多数人，当他们没有严格遵守程序时，具有对事件保持沉默的意识……
>
> 他只是抛弃这个实验。事实上，他不仅抛弃了全部的仪器，而且扔掉了整个计划……因此，他甚至不是做相同的事情。他所做的是在他的事先观察中把我的实验作为无法控制的实验抛弃掉。这并没有向他提供表达任何见解的发言权。换言之，就科学而言，看起来他什么都没做，仅此而已。
>
> 啊，我读了他的文章，并对自己说——噢，在这里，这是一篇很好的技术作品，但这个人没有从适当的视角来追求它，因此他得不到结果。那就是这篇文章。我说"忘了它吧"……对我来说，它只是另一篇硕士论文。

接下来的这些评论是回应者对约翰逊的技巧的详细批评。(注意，这些是三位不同答复者的评论，因此，它们不必一致。)

在从 AC 到 DC 桥的变化中，他完全丢失了所有现象。

……约翰逊的结果是非常正确的，而不同之处在于，在我的实验中，我对短期反应感兴趣。例如，5 秒钟以内发生的反应。所以，约翰逊所介绍的长期反应实际上没有被计算在内。

约翰逊的结果是无意义的，因为他用的是铝箔（电极），你必须用贵金属做接触器，以避免氧化效应，从现在一直到铝箔完全氧化之前，将会产生人为现象……约翰逊测量到的效应，湿度效应、CO_2 浓度等，是如此之大，以至于掩盖了铝箔的氧化效应，所以，他得到了他后来所追求的好结果。但是，要发现巴克斯特效应，这还不够灵敏，难怪他没有发现。

他在实验之前没有把该植物隔离一段时间。

……全乱套了，事实上，你必须首先要做的是构成与植物的某种能量联系，然后你能十分稳定地控制测谎器，而且测谎器不再受温度变化的影响——这就是对你与植物建立的一种通灵联系（psychical connection）的模仿。在你自己与植物之间形成一种通灵关系，就好像突然落下一个法拉第屏蔽盒把它围住……

当时，不同的观察者对约翰逊的实验作了不同解释。读者对此不应再感到惊讶。尽管在 1972 年批评巴克斯特发现的许多人把约翰逊的实验理解为对这种发现的一种明确反驳——它好得足以值得在《超心理学杂志》上介绍——但是，这种效应的信徒们能以无能力或技术欠缺为由立即抛弃它。

我自己的实验，当时似乎相当不错，现在看起来则很不适当。我们确实没有把植物隔离一段时间，也没有“设法与植物形成一种通灵联系”。于是，即使我们不采纳这些有点超常的要求，我们也不会用银、金或铂作为电极。结果是，居然在值得尊敬的植物生理学的范围内，这一点被当做一种重要的警告。我们所做的只是一个失败了的初步操作！我们只能得到我们确信的否定结论，因为我们确定，我们拥有正确指导实验的诀窍，推翻了我们真正做实验所涉及的知识。这与命题六相一致。

5.1.3 1975 年的实地考察

在 1972 年和 1975 年之间，另外两个否定的实验结果被广泛地宣传（例如，参见 Chedd,1975）。我在 1975 年收集到的资料包括巴克斯特和两位新的批评者——加斯泰格（Gasteiger）博士和梅茨（Kmetz）博士——与其他对此感兴趣的超心理学家的讨论，各种各样的文件[包括霍罗威兹（Horowits）等人,1978]和美国科学促进会（AAAS）于 1975 年 1 月举行的专题讨论年会的录音带。在这个讨论会上，巴克斯特、加斯泰格和梅茨介绍了论文并回答了提问。

在 1972 年和 1975 年之间，一个显著差别是约翰逊的工作变得不再引人注目。现在，批评者和信徒们一样都同意，约翰逊的实验在技术上不足以算做对巴克斯特结果的反驳。这可能是这个领域内的技术知识普遍增长的结果。所谓的"专业知识"的增加确实发生在中间这几年，因为两个新的否定实验都是在继续与巴克斯特本人进行商讨的气氛中进行的。巴克斯特把仪器借给梅茨，而且，加斯泰格的研究生与巴克斯特当面讨论实验。

根本没有理由假设，两个小组都是明确地带着否定意向开始做实验的。确切地说，他们看起来是很认真地在做实验。确实，加斯泰格迫于压力，准备勉强承认自己的实验和巴克斯特的实验之间保留的差异能够令人信服地阐明其结果的差别。但是，正如他指出的，有一个特点是人们除了必须公布迄今所发现的证据（在这个案例中得到的是否定结果）之外，不能再进一步调整他们的实验。

于是，两个小组的实验者至少都尽力把他们的专业知识提高到一个比约翰逊更高的水平。我相信他们成功了。约翰逊最初的意图是"不顾巴克斯特的劝告，设法获得他的结果"（Johnson, 1971, p. 3），当把他们的努力与约翰逊的这种声明进行比较时，这一点似乎是毫无疑问的。并且，

> 实验完成之后，银箔被认为是比铝箔更好的电极材料。可是没有一个实验尝试着用银箔，因为实验者认为这对结果的改变无足轻重。（Johnson, 1971, p. 7）

有人可能只想知道约翰逊和他的导师所形成的是哪种抽象的复制理念。相比之下，加斯泰格和梅茨则非常当心他们的电极。

5.1.4 否定实验的作用

到1975年,就那些所有"知内情的"人而言,约翰逊的实验显然是不适当的。然而,1972年,他的工作非常引人注目,有必要对此加以说明。一种功能说明似乎是合理的。我在这里的论证稍微不同于前一章的论证。在前一章中,我认为Q对反对韦伯的否定意见的明朗化负有责任。我说,Q做实验只是为了使他的理论论证合法化。我在这里要提议的是,首先彻底洗牌来反对巴克斯特——我觉得,他关于植物王国的工作已经超越了超心理学家的界限——不需要付出任何明确的努力。[1]无论如何,约翰逊的工作被用来使公众的异议合法化。如果情况有利,任何一种实验结果,不管多么微不足道,似乎都能用来达到这种目的。

到1975年,随着专家提出了新的"明确"反驳,批评者不再"需要"约翰逊的结果。他们可能承认了约翰逊实验的技术局限性。就批评者和更广泛的科学家共同体而言,AAAS讨论会的举行已经排除了对巴克斯特结果的认真考虑。

后面两个否定实验显然没有一个影响到巴克斯特对自己结果的自信。我对他的采访和他在AAAS讨论会上对批判实验的简短答复使这一点变得很明显。他的答复是这样开始的:

> ……我感觉这好像是在经受酷刑,不过,让我们相信,这是复活节吧,而且,让我们看一看,我现在是否还能起死回生……我理解的科学方法论是,在你确实不能重复一个实验之前,你必须设法重复它。而当你设法重复它时,你必须准确地遵循原实验者的指导……[但是]我时常听到他们作出了调整,因为他们认为这样会更好或更简单。这不是任何一种意义上的复制……复制那种实验,根本没有成功的疏忽……

巴克斯特随后列举了否定实验的技术缺陷,如下所示(我的解释):

> 一个实验是由研究生来做的,由于他们的工作有截止期,因此存在压力,他们可能无法进行心理调试以获得意识研究(consciousness research)领域的结果。
>
> 这个实验是白天在一个生物学实验室的正常环境里做的,植物受到的刺激因素似乎来自它们所在大楼里的任何一个部分,有些好像是

大楼里的诸多生物"噪声"。预计植物对实验刺激没有表现出明显的反应。

在每个所报道的实验中都比原来的实验"投放"了更多的海虾。当植物表现出"适应性效应"时,"弱化"证据是不必要的,或许已经到了没有统计意义的程度。

从 DC 到 AC 桥的转换可能破坏了这种效应。"……我们甚至不知道,这种现象是什么。我们更不能鉴别它。如果存在着一种微弱的效应——如果与意识相一致……我们又怎能随意地从一种技巧跳到另一种技巧呢?"

在这个实验之前,没有以适当的方式认真地控制实验者与植物之间的相互关系。

正如所强调的,在自动回归中心模式中使用的监控设备,由于未知原因干扰了这个实验。

从会议的基调和他自己的评论及其他人的报告来看,似乎巴克斯特在 AAAS 专题讨论会上最终没有经受折磨。实验的长期效应更有意义。

5.1.5 我们失去的世界

在潜藏怀疑的情况下,这是一个"特例",其中,巴克斯特表现出不同寻常的乃至独一无二的任性、不讲道理或非理性。我列举出下列趣闻,其中包括了巴克斯特的批评者灵活运用的策略。这可能正如所发生的,有助于使读者形成一种平等争论和无结论性的感觉。这是很难再经历到的。

这个实验的一个主要部分是对照序列,其中,只要有虾,自动投放虾的设备的功能就像真的"投放"活虾一样。在 AAAS 专题讨论会上,一些听众对加斯泰格的实验进行了批评,因为在对照投放的过程中,自来水被倒进了杀死动物的水池里。他断言说,因为自来水中很有可能存在活的有机物,通过对照投放来刺激植物,与活体投放的方式是一样的。这阐明了加斯泰格在比较活体投放操作与对照投放操作时所缺少的结果。在接下来的讨论中,加斯泰格为使用自来水而辩护。后来,在我与梅茨的讨论中,我又提到了这一点。他也认为,这种特殊的反对理由是无意义的。

我没有兴趣讨论这种观点的"实际意义"。无论如何,加斯泰格对实验的说明随后刊登在《科学》杂志上,他的实验说明宣称,在对照投放时是把蒸馏水倒进杀死动物的水池里。梅茨在为加斯泰格的自来水方法辩护时,

没有意识到后来的这个调整。

我在采访了加斯泰格博士之后才发现了这种矛盾,所以,我无法与他讨论。就我所知,这种矛盾的看法完全来自加斯泰格。他告诉我说,就他现在所理解的加斯泰格实验而言,他在对照时用的是蒸馏水。他提示道,在AAAS会议期间,他已经忘了这一实验细节,因为这个实验绝大部分是由他的研究生做的。

这样,当在AAAS会议上所举的例子说明了加斯泰格的行为时,对于一个不受欢迎的发现来说,它的批评者有时恰好是对想象中的实验方案的细节作出了坚定的辩护。在这个方案中,他们自己的实验设计表达了其反对者的观点的有效性。那么,一方面把争论描述成由"听起来很明确的程序"组成,另一方面又特设扮演营救的角色,这是相当不正确的。

有趣的是,尽管巴克斯特知道《科学》杂志上关于这种矛盾的报道,但是,据我所知,他从来没有设法利用期刊对加斯泰格实验的真实性提出质疑。

5.1.6 随机数发生器实验

迄今为止,论证(arguments)和反证(counter-arguments)实验胜任能力的所有事例都采取了相同的形式。在每个案例中,科学家都论证说,别人的实验不管在哪个方面总有缺陷。为了完整,我现在增加一个案例,在这个案例中,当科学家由于自己的不胜任而得到否定的实验结果时,他们就会怀疑自己的实验,而本来就怀疑实验现象的人却会断言,他们的否定结果实际上证明了他们所做的实验是称职的!

1969年,《新科学家》(*New Scientist*)(英国的一本科学杂志)刊登了对下面讨论的实验的一种说明。在编者按中,把这个实验描述成对超心理学最敏锐的当代批评家之一汉塞尔的一种回答。

> 不久前,在《ESP:一种科学评价》(*ESP:A Scientific Evaluation*)(MacGibbon and Kee, 1966, p. 241)一书中,汉塞尔教授用这样的言辞总结了对超心理学的重要考查:"如果12个月使用VERITAC(美国空军研究实验室使用的一台仪器)的工作能确定ESP(超感官知觉)的存在,那么,过去的研究将不会白费……"施米特(Helmunt Schmidt)博士的机器似乎绝不次于VERITAC,而且,他现在得到了肯定的结果。剩

下的只是其他研究者确信这些发现。(1969 年 10 月 16 日, p. 107)

在波音公司工作的物理学家施米特博士介绍了一台随机数发生器的结构。少量放射性物质的衰变作用能随机地接通和断开与四盏灯显示器相联的四个电路(Schmidt, 1969a and b)。通过按下置于灯下面的四个按钮中的一个,受试者能够完成电路与灯的接通。然后,四盏灯中有一盏灯亮了起来,放射性衰变控制开关的位置决定了这盏特殊的灯是否发光。受试者要通过按下那盏他们预期接下来会亮的灯下面的按钮来"猜"这个开关的位置。基于概率预期,这些受试者将有四分之一的成功率。

装置本身的细节和当自动按下按钮时检验随机输出量的细节,发表在《应用物理学杂志》(*Journal of Applied Physics*)(一本著名的正统物理学期刊)上(Schmidt,1970)。《新科学家》和其他出版物提供了试图按下适当按钮的受试者的细节。(不管是否命中,都被自动记录下来。)在 20 000 次试验中,有四个受试者的结果高于概率预期大约 8%。如果由于概率,在 10^{10} 次试验中,应该只发生一次(百亿分之一)。施米特把他们的成功归因于通灵效应(psychic effect)。

我在 1972 年进行实地考察时,几个肯定的复制曾经被非正式地报道过,但是,对于本书的目的来说,有趣的结果是否定的复制被贝洛夫(Beloff)和贝特(Bate)在《复制施米特发现的一种尝试》(*An Attempt to Replicate the Schmidt Findings*)一文(1971)中所报道。作者将对施米特结果的描述引入了他们的报道,断言:

> ……它们不仅具有历史重要性,而且,在整个超心理学文献中,构成了对 ESP 效应的最严密的证明之一。(p. 22)

他们在谈到由汉塞尔(C. E. M. Hansel)掀起的挑战时写道:

> 因此,根据汉塞尔自己的陈述,我们似乎必定推断出现在已经确立了 ESP,并且,过去的研究并不是徒劳的。(p. 23, 强调是贝洛夫和贝特加的)

然而,在详述了有五个受试者的 18 650 次试验的检验和探索机遇以外

的任何效应的一种复杂分析之后,他们被迫得出结论:

> 显然,复制施米特发现的尝试失败了。

然而,作者不但没有对施米特博士演示的存在效应提出质疑,并且还对他们的发现作了下列注释:

> 我们希望搞清楚。我们没有得到肯定结果,但决不贬低施米特博士的成功。为什么他成功了而我们却失败了,一定还是一个有待猜测的问题。我们认为,这种说明最不可能取决于我们不同机器之间的差异。也不能归咎于施米特的系列试验太长,因为几乎从一开始他的成功的受试者就呈现出一种上升的趋势。剩下无法估量的是施米特博士的个人魅力、他的方式和权威等触动了他的受试者们付出更大的努力。我们暂时所知道的是,他发现了为他提供重要依据的受试者,我们却没有。(p.30)

然后,贝洛夫和贝特假设,研究者的个人品质或受试者的不确定性,可能是说明他们没有成功的重要变量。他们更喜欢把自己的实验算做"不胜任的"(incompetent),而不是阐明施米特的工作是失败的。

在对汉塞尔教授的一次访谈和随后与他的通信联系中,他提出了反面意见。我问汉塞尔,他是如何回应下面这种断言的:施米特的发现是按照他自己的标准确立了ESP。汉塞尔教授对施米特的仪器有异议,因为施米特使用的是集成电路。他评论说,集成电路通常需要进行大量的"调试"。他不情愿地承认只有一位实验者的结果支持了这种异议。

> 科学家一般从不信任研究者。每个结果都必须予以确证[通信]。

> 施米特应该找其他的独立研究者,通过核实他的受试者来确证他的结果。实际上,贝洛夫用其他受试者重复了他的实验,而且没有确证这种结果[通信]。

> 在施米特实验的案例中,不是所有重复这个实验的人都能得到相同的结果。如果其中有一半人得到了相同的结果,而另一半人却没有,

人们可能认为,研究者的能力是一个重要变量。人们往往发现,一旦在ESP实验中使用严格的方法,结果就消失了。(我强调了我对汉塞尔教授的采访材料的严密解释。)

我们会看到,对于超常现象的批评者来说,施米特的发现没有提出特殊问题。这些发现能够用几种方式马上加以说明。上面一段所强调的部分特别有趣。乍一看,当他们希望立刻说明他们的否定发现时,汉塞尔关于实验者的胜任能力的观点恰好与贝洛夫和贝特的观点相同。不过,下列通信的摘录说明了汉塞尔所指的能胜任的实验者(competent experimenter)是什么意思。

在一个特例中,如果一半的研究者得到了一种结果,另一半研究者没有确证这种结果,那么,两组中有一组可能是不胜任的或欺骗性的。但是,当这一种结果(即失败)与当代科学理念完全一致而其他结果又与这种结果相矛盾时,没有得到结果的研究者更有可能是能胜任的和/或诚实的。

即对于汉塞尔而言,在这个案例中,"如果有一半人得到的结果"与施米特的结果相同,他们很可能是不胜任的——不够严密。因为贝洛夫和贝特(以及大多数其他超心理学家)把都得不到结果看成证实了某种无法衡量的个性缺点使实验者变得不胜任。

我们能够再一次看到科学家的不同词汇和不同概念框架的重要性。[2]

5.2 某些命题的确证

巴克斯特和贝洛夫的案例极好地说明了命题七和命题八。涉及的科学家的确对这种观点持有异议:哪个实验能被胜任地完成。而且,我们可以看到对这种争论的剖析如何澄清或将要澄清这种现象的存在。

命题九——关于存在(existence)的争论与关于现象本性(nature of phenomena)的争论是共存的——也得到了再次重申。像韦伯的发现一样,巴克斯特的非传统发现和解释具有打破我们的标准世界观的潜能。大体上,巴克斯特型的实验采用的是标准方法,即他们运用了对照组、不知情判断、自动机器、统计分析等。然而,当实验者抱怨他们的批评者的缺陷时,他们

采用了两种类型的论证。一方面,他们指出了一种类型的不适当性,比如说,任何一位植物生理学家所理解的不适当性,但是,他们也谈到不在植物学家所论述范围内的一些问题。这种类型的评论可在约翰逊于1972作出的评论和巴克斯特对他的AAAS批评者的回应中找到。他们都谈到了实验的通灵环境(*psychic* environment)特征。

断言肯定结果的研究者所提供的某些进一步评论,使这种差异更加明显。1972年,我的一位答复者在说明他的成功时,就像在与其他人的失败进行比较。他得到的结果说明他的生物学知识是薄弱的,但是他说:

> 然而我觉得,我的精神世界的背景,还有我工作中处理事情的个人经验,使我比大多数具有生物学博士学位的人更有资格,因为我发现这些人非常呆板。我发现他们完全被封闭在他们的领域内,而且,他们的训练实际上似乎是对这类研究的一种限制,而不是帮助。

沃格尔(Marcel Vogel)在讨论复制实验的一般问题时,在他的书中指出了下面几点(Tompkins and Bird, 1974, p.46):

> 如果他们以一种机械论的方式开始着手实验,而不讨论与他们植物的相互交流,也不把植物当成朋友,他们必将失败!……植物与人之间的移情作用(empathy)是关键……只有受过适当训练的观察者来做实验,实验室里的大量核实才能证明一件事。精神发展是绝对必要的。但是,这违背了许多科学家的哲学,这些科学家没有意识到,创造性实验意味着实验者必须成为他们实验的一部分。

相信超心理学现象(psi phenomena)的人很可能认为,这种类型的因素在说明实验的成功或失败方面是至关重要的。他们用这样的论证试图确定,什么算做是能胜任地完成的实验。假如在他们的论证中他们是成功的,他们就会下决心确信正在研究的这种现象的性质。例如,它具有的本质是会受到某些微妙的通灵感应的影响,而它不具有的本质是只有受过科学传统训练的科学家才有望发现它。

5.2.1 生活、文献和收益的划分

在超心理学中,这类思考助长了分离主义的倾向。一些超心理学家相

信，超心理学现象的存在在过去几年所报道的几百个肯定实验中得到了更适当的证实。他们认为，继续为属于怀疑世界(sceptical world)的超心理学现象的存在寻找证据是在浪费时间。他们把这种现象的存在看成已经被证明的事实，而不是设法了解它的更多特征。但是，在作出这种决定时，他们好像已经“建构”出了它的一些特征。对于他们来说，psi 不仅是一种普通现象，而且也经常是一种言不尽意的现象(reticent pheromenon)。这样，他们已经对它有了某种“了解”。比如，某些人从未看见过它，但通过观察，他们仍然对它有很多“了解”。

尽管巴克斯特的实验可能含有水分，但是，存在着超心理学的领域，在这个领域内，概念框架通过这类过程变得非常奇怪。例如，通过追溯科学论文的潜在读者的影响来说明实验的失败。尽管这是一个极端的例子，甚至连说明实验失败的日常词汇——尽管似乎从超心理学工作者的世界观来看这类词汇是合理的——也十分陌生，这一点让我们可以确定无论其使用者的学术素养有多高，这些使用者都有可能被值得尊敬的科学所避开。

另一篇论文(Collins and Pinch, 1981)讨论了从事超心理学研究并且遇到这些困难的两位物理学家的研究轨迹。一个人返回到物理学领域，而另一个人变得与其说是物理学家倒不如说是超心理学家。这些是他们的唯一选择，因为属于这两个共同体的技术论证是极为不同的。这两种思维方式的界线，以及对普通科学的潜在影响(即把超心理学合并到常规科学中的技术论证)现在是主要的(Collins and Pinch, 1982)。

对数据与实验矛盾进行非传统解释的这些趋势，类似于前一章中的那些讨论。然而，在引力波的案例中，激进的解释很快被驱除或被抑制。在超心理学中，这些解释之所以幸存下来，是因为对于非正统的观点来说，存在着一种独立而分离的建制结构。在别处被当做异端邪说的东西，在这些建制中是正常的。可以说，(有些)超心理学家所做的是发展他们自己的生活方式。这些方式仅在最低限度的意义上与普通科学有重叠。

认知的分界线在建制上对应于文献的区分——出版不同的杂志，也就是人们所称的“收益分开”—— 超心理学家很少与传统科学直接展开资金的竞争。人们在普通科学中的事业与理念在独立的超心理学世界里有它们的副本。对于火星人而言，超心理学世界看起来像是其可敬的兄弟的一个微型版本。但是，超心理学从未被认为是地球上的正当科学，除非它开始分享科学的认知生活和建制。

这个结论能够被表达为更深层次的命题:

命题十:从长远来看,具有激进特性的现象只能存在于生活方式和与作为整体的科学相重叠最少的一系列建制中。否则,不是这种现象必须发生变化,就是科学必须发生变化。

5.3 在超心理学中用替代现象打破实验者回归

我在上一章的末尾考察了实验者试图用校准作为打破引力波实验中的实验者回归循环的一种方式。在超心理学中存在着一个有趣的相似情况。为了描述这种事件,我将介绍研究超常现象的第三段插曲——泰勒(John Taylor)教授关于所谓的"盖勒效应"(Geller-Effect)的实验。

回想一下,盖勒(Uri Geller)* 声称,不是使劲地用手压,只是轻轻地一敲,就能把像勺子和刀叉之类的金属物体弄弯。泰勒是伦敦大学国王学院的一名理论物理学家,他是在20世纪70年代中期以盖勒和盖勒的模仿者(大多数是年轻的孩子们)做实验的众多科学家之一(Collins and Pinch, 1981,1982)。

泰勒首先支持超常的断言,他出版了一本科普书,描述了各种各样的这类现象。然而,经过几年的实验之后,他改变了自己的想法,而且,在1978年和1979年的《自然》杂志上发表的由两位作者联合署名的论文中,他驳斥了大多数超常现象的可能性。随后,他又出版了另一本书(1980),在这本书中,他更详细地说明了自己思想转变的过程。

泰勒在他较早的一本书(1971)中写道,接受超常现象就意味着接受自然界中存在"第五种力":实际上,在传统物理学的四种力模型中无法说明的事件,是某种"暗箱"力引起的。他写道:

那么,这些不同的超常实验可以被看成一种新力场的证据,这种新的力场是由与物理世界中的四种基本力场(电磁场、引力场、核力场和引起放射性的场)具有不同本质的这种新能力产生的。(p.221)

---

* 盖勒是以色列有名的特异功能大师。——译者

他在引用超常的结果时特别指出,"……这显示出第五种力一定不是电磁力。"

于是,泰勒本人在拥有研究超常现象的更多经验之前,为了排除用电磁力说明超常现象的可能性,他引证了这种现象的特征。然而,到了 1975 年,他又声称,电磁辐射是能够说明超常现象的唯一已知的力(Taylor,1975)。

到 1979 年,他断言,"根据理论依据,在科学意义上唯一可行的说明是电磁力"(Taylor and Balanovski, 1979, p. 631)。承认这种推论,马上就会为实验获得一种替代现象(surrogate phenomenon)。泰勒不是直接寻找难以捉摸的超常现象,而是只需要研究电磁场。因为电磁力已经得到了很好的理解,实验者回归应用于电磁力的方式与应用于超常现象的方式不同。只要这些结果支持正统的观点,就没有人会质疑实验程序是否合理。事实上,泰勒的结果是否定的,而且,没有人质疑过这种实验结果。于是,1978 年泰勒写道:

> 我们对 ESP 的 EM(电磁的)伴随物的探索,基于下列推论:电磁力是我们唯一知道的能够令人信服地涉及的力……为了寻找人们在所谓的 ESP 事件期间所发出的 EM 信号,我们因此而检验相应现象的实在性。可能根本就不存在超常现象,所以,寻找异常的 EM 效应将会自动地失败。如果我们假设,目前关于 ESP 的证据在任一方面都不牢靠,那么,EM 特征很可能与那个问题的解决有关。如果根本没有发现 EM 信号,那么,这将会对该现象的实在性提出质疑。反之,合适的强 EM 信号将会支持 ESP 效应正在产生的断言。如果受试者对即将到来的 EM 辐射的敏感度能够被确定,那么,这一点就可能被量化。例如,敏感度至少要达到任何其他现象的超常发射的水准时,心灵感应才会发生。我们在假定的 ESP 现象发生的过程中,没有发现任何异常的 EM 信号。(Balanovski and Taylor, 1978, p. 64,亦见 Taylor and Balanovski, 1979)

论文的剩余部分是定量计算的细节和支持这种断言的各种频率的 EM 辐射的实验结果。

泰勒的论证策略以限制新现象的可解释性为代价,有效地打破了这种循环。如果泰勒的立场是可接受的,那么自此之后,与超常现象相联系的唯一的力是已经被很好理解的力。因此,超常的力要么是正常的,要么根本不

存在! 这样,泰勒的超常研究变成了日常物理学的一部分。

这种论证并没有给超心理学共同体留下深刻的印象,这是不足为奇的。然而有趣的是,《自然》杂志发表了关于这个主题的两篇文章,甚至没有加编者按,反之,最近发表的关于超常研究的任何文章,都遭到了来自四面八方的指责与警告。再提一次,似乎显而易见的是,这两个共同体的概念世界是完全不同的。在一个共同体内似乎是相当愚蠢的行为方式,在另一个共同体内却被看成是好的观念。尽管泰勒的措施好像打破了实验者回归,但是,它只是对于那些接受电磁替代品的人来说是如此——对超常力的重新解释只能求助于顽固的怀疑论者。正如在引力辐射的案例中那样,只有那些准备接受所讨论现象的保守解释的人才会使用替代品。

第 4 章和第 5 章表明了,在所争论的领域中——曾经把复制用作一种检验的唯一领域——复制的检验为什么和如何不起作用。它们揭示出,波普尔在第 2 章所表达的啮齿类动物的算法为什么和如何在地球计算机中产生了运行缓慢的结果。实验者回归使科学家不能在关于把什么算做一种复制的观点上达成一致。这些章节中所描述的复制过程与第 3 章描述的 TEA 激光器的工作形成了对比;激光器能够被复制及激光器何时被复制了,都是不容置疑的。事实仍然是,我们对几乎所有的自然现象的经验类似于建造激光器的经验。我们知道,常见的科学对象是可复制的。我们已经看到了建立可复制性方式的某些事例,比如,Q 的对抗战术和替代现象的运用。我们已经看到,赤裸裸的阴谋和精致的理论化(refined theorizing)常用来试图“终结”关于哪种现象是可复制的潜在无休止的争论。现在剩下的是,在一个更普遍的框架中确定这些终结机制,而且,理解为什么某些机制比另一些机制更可能成功。

第6章　网络中的科学家:归纳推理问题的社会学解答

我在第1章论证了生活方式中的联合确立是概念秩序的维持方式。然后,我考察了在科学中确立概念变化的许多尝试(在第4章和第5章中)。从科学家的观念来看,概念变化的确立相当于普遍承认相应的经验结果是可复制的,因此而考察了复制的观念和实践。沿着这条思路,确定了关于实验的十个命题。复述如下:

命题一:技能类的知识的转移是多变的。

命题二:技能类的知识最好(或只有)通过熟练的实践者来传播。

命题三:实验能力具有能在实践中产生与发展的技能特征。像一种技能一样,它不可能被完全说明或绝对确定。

命题四:实验能力在它的传播过程中以及在拥有它的那些人中是无形的。

命题五:通过参与产生正确实验结果的能力来定义设备及其元件的正常运行和实验者的正确工作方式。不可能发现其他指标。

命题六:科学家和其他人往往相信,由一组像算法那样的指令直接操纵着自然界的反映。这给人留下的印象是,做实验在字面意义上是一种形式。这种信念,尽管在遇到困难时它会被偶尔悬置起来,但是,在实验成功之后,它会灾难性地再次明朗化。

命题七:当常规标准——成功的结果——不适用时,科学家对能胜任地做哪些实验存有分歧。

命题八:在把什么算做一个能胜任地完成的实验存有歧义的地方,接着发生的争论与什么是恰当的实验结果之争是共存的。结束关于能胜任的含义之争,在于"发现"或"没有发现"一种新的现象。

命题九:判定现象的存在与"发现"现象的特性共存。

命题十:从长远来看,具有激进特性的现象只能存在于生活方式和与作为整体的科学重叠最少的一系列建制中。不然,要么是这种现象必须发生变化,要么是科学必须发生变化。

命题一到命题五和命题七,是实验者回归的根源。回想一下,这种情况

之所以产生,是因为实验类似于技能的本性意味着实验者的胜任能力和实验的完整性只能通过审查结果来加以确定,但是适当的结果只能从胜任地完成的实验中得知,等等。检验实验的胜任能力和完整性的其他方式,比如,“检验的检验”,结果证明需要“检验的检验的检验”,等等。命题六表明,在正常情况下实验者回归为什么在很大程度上是科学实践的无形特征。命题八、命题九和命题十是其他命题和回归的结果。

已经表明,实验者回归位于把实验的复制作为对可复制性的检验这个问题的核心。回归使我们不能只用实验来确立概念秩序(conceptual order)的变化。不过已经证明,可复制性是区分真假的最适当的标准。可重复性是被科学地建制化的感知稳定性的等价物,感知的稳定性反过来与相应概念的存在是共存的。然而,如果在实验检验中不能明确地揭示某种现象的可重复性,那么,就有必要回到这样的问题:在实践中如何确立可重复性和相对应现象的存在。

[根据相对主义经验纲领(Empirical Programme of Relativism, EPOR)指出这样的观念:我已经表明,科学家会无休止地争论他们的数据之含义和意义,而且,实验无法提供一个答案(EPOR 的阶段一)。我考察了科学家在实践中结束这种争论的某些方法(EPOR 的阶段二)。我现在希望在更广泛的科学网络和社会网络的语境中考察这些“终结”(EPOR 的阶段三)。为了做到这一点,我们不时需要提高我们对实验室范围的注视力。]

6.1 网络中的科学家

本书第1章致力于“撬开常识实在”。在本书中,这种隐喻——撬开常识——也适用于完全不同的语境。在描述韦伯的工作时,我建议说,它像一座火山从物理学日常实践的海洋中冒出。我发现我曾在两个不同的语境中使用一个类似的比喻,这并非只是巧合。所有对常识的干扰都有其相似的外表。它们都是实现激进的文化创新的尝试。

为了理解这种突发的事业与语境,我们需要了解单独的一组科学活动如何与作为整体的科学实践相关的原因。为此,我们需要另一个隐喻——曾在第1章中作了简单介绍。这就是网络——一种概念的蜘蛛网。巴恩斯(1983a)称其为“赫西网”,因为哲学家赫西(1974)是这个概念的最新近的倡导者。

赫西网表明,在概括的网络中,我们的概念是如何连接在一起的。回到

绿宝石的话题(第1章),我们注意到,古德曼对绿宝石为什么是绿色的而不是绿蓝色的解释求助于英语中确立的“绿色的”概念。我指出,这不是一个完全令人满意的说明,因为还有其他同样有效地确立的颜色术语可以用来描述绿宝石。我建议说,绿宝石的绿色的稳定性不仅归因于绿色一词的确定性,而且归因于绿宝石概念和其他绿色事物的概念的稳定性或确定性。绿色和绿色事物的稳定性是相互加强的。这是一个联合确立或多重确立(multiple entrenchment)的问题。赫西网使这一点形式化和普遍化。我将借用巴恩斯的鲸鱼的例子来描述它的运行方式。

通过概括,“鱼”的概念与诸如“卵生生物”和“不能呼吸空气的生物”之类的概念联系在一起。这些概念拥有这样的形式:“鱼生活在水里”,“鱼产卵”,“鱼无法呼吸空气”,等等。同样,通过概括,“动物”的概念也与其他概念联系在一起,比如,“动物生活在陆地上”,“动物呼吸空气”,“动物产幼崽”,“产幼崽的生物是动物”,等等。在赫西网中,可能性隶属于概括。这些可能性表达了我们关于每个概念与其他概念联系方式的确定程度,也就是说,它们体现了我们关于上述可能性所体现的归纳概括真理的确定性。如果我们真的确信鱼生活在水里,那么,在这个概念网络中,“鱼”和“生活在水里的生物”相关的可能性最大,“鱼”与“卵生生物”相联系的可能性较低。关键是整个网络是相互支持的,因为每一个事物都与其他事物相关。但是,借助于普遍联系,一个环节的变化可能通过整个网络产生反响。

巴恩斯设想了一种文化,在这种文化中鱼的概念和动物的概念蕴含于网络的方式,几乎与这两个概念蕴含于我们文化的方式相同。然后,他问道,当这样一种文化第一次遇到一条“鲸”时会发生什么呢?

如果“鲸”包含在鱼的概念当中,那么,这就符合像鱼生活在水里和鱼有鳍之类的概括。但是,它引起了像鱼产卵和鱼不能呼吸空气之类的概括问题。另一方面,如果“鲸”包括在“动物”的概念之内,那么,它就符合关于动物产崽和呼吸空气的概括,但是,不符合像动物生活在陆地上和动物没有鳍之类的概括。现在,鲸属于任何一个范畴都没有绝对的意义。正是人类把事物进行了分类。在这个例子中,范畴的选择很可能取决于正在讨论的人类究竟是发生了网络的“似鱼”部分的问题,还是发生了动物部分的问题。或者,可能是通过使鲸成为一种“反常”——暂时不能简单地归类的一种新生物——来避免主要困难。后面一种选择没有把主要反响传送到整个网络。

网络模型受到了很多赞赏。它表明,所有的概念在潜在意义上都是可修改的。它表明,修改往往会在别处分叉,但是,它们不一定会引起许多破坏——在某种程度上说,它们造成的全部破坏都是可控制的。最后,尽管所有的概念在潜在意义上都是可修改的,但是,立即修改全部概念是很困难的——赫西强调的一个特征。

我与这种模型的赫西版本的分歧点是把可能性赋予网络中的概括关系。正如第1章注释6中所说明的,这些可能性在实践中是无用的或没有可认知的对应物。总而言之,可能性是太正式的概念,以至于得不到概念的联系方式。这种"网络"隐喻是非常恰当的,但是,"联系"一定是别的东西。*"联系"是生活方式中具体化和建制化的规则。*[1]

哲学家温奇提出了这方面的问题:

> 一个人与他的伙伴的社会关系渗透了他关于实在的观念。其实,"渗透"不是一个很确切的词,应该说,社会关系是对实在观念的表达。(Winch, 1958, p.23)

我们必须补充一点,这种说法反过来说也是正确的,即观念是社会关系的表达。正如社会关系能够根据社会网络描述,它们的认知对应物也能够根据赫西网来描述。赫西网和社会中相互作用的网络是同一枚硬币的正反两面。为了理解任何一面,人们必须同时理解两面。赫西网的形式与稳定性不能根据赋予其联系的相关可能性来加以理解,因为这种可能性,还有可能性之间的感知关系本身,表达了人事关系的稳定性。于是,绿宝石与绿色联系在一起,不是通过一种可能性,而是通过这样的事实:把它称为绿色的是我们"继续进行下去"的方式。草以同样的方式与绿色联系起来。我们谈论的部分和其他行为是与在社会实践网络中继续进行下去的这些方式相联系的。几组实践相重叠,而且,正是这种重叠通过整个系统作出反响。例如,考虑一下,如果某些闪光的、透亮的、含碳的、超硬的石头变成了很普通的绿宝石概念的一部分,那么,这种系统将会在这方面作出反响。绿宝石不再仅是绿色的,它们将是绿色的或透亮的。但是,有比这更多的情况发生。当钻石市场下跌到最低限时,珠宝商的生活会发生戏剧性的变化;许多小的投资商将倾家荡产;心情绝望了;女孩子会失去她们最好的朋友;弗莱明(Ian Fleming)书中的一个标题将失去它的要点;切割玻璃会成为很冒险的

行业;“绿宝石岛”对游客的吸引力也降低一半。这些都是改变概念秩序的结果。几乎对于每个人来说,较好的情况是——拥有绿宝石王冠的那些人除外——钻石不要被混同于叫做绿宝石的一种不纯的氧化铝。

6.1.1 策略、雄心和证据的表达

在绿宝石的例子中,反响通过社会关系的网络广泛地传播开来,即使这些反响来自一个相对“小的”概念变化。[2]在本书目前讨论的大多数例子中,反响不会超越科学专业的建制明显地传播开来。当然,其他科学变化具有更重要的社会后果。不可避免的是,一种变化,不论是科学变化还是其他方面的变化,都有可能达到通过系统整体产生反响的程度,影响到能够引起那种变化的宽松氛围。如果这样一种变化影响到在某些方面不喜欢它的其他人,那么,他们很可能会试图抵制它。[3] 影响越大,预计阻力就越大。

因此,小的局部变化通常比引起大反响的变化更容易发生。布尔迪厄(Bourdieu, 1975)建议说,科学家知道他们所能获得的可能性,而且,用心地规划他们的事业。他谈到了科学家在高风险策略和低风险策略之间进行的决策。他们可能选择在一个可很好理解的领域内工作,并基于知识的不断增加建立牢固的事业,或者,他们可能选择设法作出更可能受阻和走投无路的革命性贡献。然而,如果革命的意愿成功了,他们会得到更多的回报。(这些回报是象征性的,不是物质的,甚至可能是身后之物。)这种回报之所以丰厚,是由于它们遍及系统地产生了主要反响和主要变化。在引起我们的概念和行事方式的重大变化中,科学家取得了公认的重要成就。这种成就在更广泛的社会中引起了更进一步的变化。[4]

布尔迪厄讨论了新手可能选择进入的不同科学领域的不同前途。然而,不同的问题能够在相同的领域得到理解,甚至,不同的问题能够用相同的证据加以理解。这正是本书中讨论的一些科学家所面临的选择。我们可以把科学家看做是在概念之网中就座的蜘蛛。他们的选择取决于他们试图用多大的注意力吸引他们自己。假设有一个不受欢迎的或出乎意料的证据,他们可能安静地坐着,消化它或忽略它,或者,他们可能摇晃整个网络,一直到其他人注意到他们的所作所为——也许,这意味着威胁。安静地细嚼慢咽会使他们吸收一些营养,但是,摇网可能使他们确信,一个辉煌的未来就是冒着扰人或者树敌的危险。

6.1.2 创造矛盾

这种选择能够从许多方面加以考虑。在特拉维斯(Travis)未发表的一篇题为"创造矛盾"的文章中发现了一种有趣的观念。我在这里对一段更复杂的科学史提供简明扼要的描述。

特拉维斯研究了关于化学物质的"记忆传递"的争论(参见 Travis 1981)。在一组实验中,老鼠通过适当的奖励和恐吓的强化训练,学会避开岔路口一边的暗巷。结果间接地表明,当把学会避开暗巷的老鼠的大脑磨碎并注射进未受过训练的老鼠体内时,后面的这只老鼠会更快地发展出避黑倾向。在受过训练的老鼠大脑中似乎有与避黑"相应的"某种化学物质,这种化学物质能够通过注射到幼鼠体内加以传递,它携带了它所具有的行为倾向。这种化学物质被称为"恐暗肽"(Scotophobin),意为恐惧黑暗。

然而,至少能够用两种方式来思考恐暗肽。如果把恐暗肽理解为一种引起一般行为倾向的化学物质,那么就能够说明恐暗肽效应。它可能是起作用的,因为它制造了未知的生物畏惧——正如许多迷幻药起的作用一样——或者,作为受到太多刺激而暴露出的一种结果,它是一种提高一般学习能力和在受训老鼠的大脑中产生的一种化学物质。另一方面,恐暗肽会被认为是一种内部携带某种记忆的化学物质,即明确地把黑暗看做是讨厌场所的一种记忆。

对恐暗肽的这两种不同解释,具有根本不同的含义。这种配置药(dispositional drug)只不过是在已有的调节行为的化学药物范围内许多发现中的一种,但是,"记忆分子"承诺,我们最终有能力突然使药剂师制造出含有希腊语或莎士比亚(Shakespeare)全部著作的药丸。前一种解释在生物化学知识和实践领域内是相对可接受的,而后一种解释则很难轻易接受!

记忆传递实验的结果成为争论的主题。有些小组有能力复制这些实验结果,而有些小组却做不到。特拉维斯说,在这些情况下,恐暗肽效应的支持者采纳了一种较为保守的解释,以期安抚他们的批评者,并使他们的发现更容易让科学共同体所接受。但是,他们的批评者支持对恐暗肽的最极端解释,认为根据这些实验的全部荒唐推论,它们显然证明了记忆分子的存在。这种观念也被说成是与"分子生物学的中心法则"相矛盾。因此,批评者把这种解释作为整个实验阶段的归谬法来使用。

我们很容易设想一种情形,在这种情形中,批评者和支持者都恰好采取

对立的立场。假如支持者希望使他们的努力得到某种重视并获得财政资助,他们就会通过强调恐暗肽的反教条意义和对我们以往的学习观念的颠覆作用来引起人们对恐暗肽的革命意义的重视。于是,批评者们反驳说,恐暗肽毫无重要性可言,因为它不过是众多新型的行为调节药物中的一种。实际上,特拉维斯报道说,在旷日持久的争论阶段所采纳的正是这种两者择一的立场。

假若证据相同,任何一种方式,不论是选择创造与过去可接受观念的矛盾,还是表现出把这些发现分别作为延续传统的一个部分,都可能会或多或少地搞乱概念之网。这不完全是个人选择的问题,其他人也对如何解释这些发现拥有发言权。

6.1.3 先前的共识

皮克林(Andy Pickering)考察过许多案例研究,其中,物理学家选择在网络中产生最小的干扰来解决争论,他们更喜欢最大限度地维护先前的共识(prior alliance)。例如,皮克林考察过关于发现了"磁单极子"断言的争论(Pickering, 1981)。

众所周知,磁铁有不可分离的两极。如果你把一块普通磁铁截成两半,那么,每一半仍然有南北两极。然而,在理论物理学中"单极粒子"的观念是众所周知的。1975 年,一个科学家小组用高空气球携带的探测仪在其他"宇宙线"径迹中记录下了磁单极子的轨迹,因此而断言,他们发现了这种难以捉摸的粒子。其他小组没有证实他们的结果,并相继发生了关于不同观察的胜任能力的论证。最后,正像高通量引力辐射的情形一样,磁单极子的断言失去了可信性,争论也随之而结束。这种情况比在引力辐射的案例中发生得更快。

皮克林集中研究了致使这种争论结束的方式。他论证说,所有的参与者继续做下去,都是为了坚持"关于自然界的理论概念和常规的实验实践的先前共识"(p. 83)。简言之,这个实验小组,尽管他们发现自己处于必须说明奇怪结果的境地,但是,很快就达成了维持现状的共识。他们没有对自然界的理论概念和常规实验实践植根于其中的文化进行质疑。例如,他们没有设法断言,是某些未知力使其他人不可能发现他们所看到的现象,或者,宇宙线理论的探测装置在某方面是有缺陷的。相反,他们接受了先前的共识所确立的"理论天体物理学与其他实验者之间的联系"(p. 87)。最初

的发现者宁可放弃他们的断言和认可对他们的误解,也不愿放弃这些先前的共识。皮克林的两段话(pp. 87 - 89)联合起来很好地表达了这种剖析:"磁单极子事件的简化源于这样的决定:参与者在一组社会上可接受的基本静止的自然界的概念体系中处理争论。"[5]

6.1.4 外在性

分析另一个案例在某种程度上非常有助于理解这里所提出的情形。平奇考察了探测"太阳中微子"的实验,太阳中微子是指从太阳中心放射出来的粒子。这些粒子被放射后,有一部分粒子大约经过8分钟到达地球表面。如果它们的数量能够被测量,将会提供研究太阳机制的重要线索。然而,这些粒子很难被探测到。

为了探测到太阳中微子,必须在一个很深的金矿底部埋下一个大的容器,装满四氯乙烯(一种干燥纯净的液体)。有些中微子在穿过这个容器时,应该撞击到液体中的氯原子,然后变成放射性的氩原子。另一方面,氩原子的数量非常少,经过一周左右的时间所产生的氩气量几乎是不可测量的。氩原子之所以是可探测的,只是因为它们是放射性原子。当它们以一股普通氩气的形式从容器中释放出来时,它们的放射性能够被测量到。通过精密的电子仪器来探测这种放射性,而且,用图形记录器记录探测结果。正像引力波和植物感知的情形一样,探测结果是最初构成这种证据的一条波状线。[6]

平奇(1985)指出,为了获得太阳发射出的太阳中微子的图形,需要给出许多推论。然而,报道这种实验,还需要在某些方面作出推理。例如,实验者可能报道说,他们已经完成了实验,而且在图形记录器上只看到一条波状线。或者,他们可能说,他们在一个特定时刻"看到"了容器中某某数量的放射性氩原子。或者,他们可能说,"看到"了某某数量的氯原子变成氩原子。在这三种情况下,所需的推论步骤从最少开始,逐渐递增。这样,报道波状线的存在,根本没有说出引起它的原因。报道大量放射性氩原子的存在,是在推断适当地释放出了放射性氩原子,放射性是可以被适当测量的,这些信号可以被适当地放大,或者相反,可以被适当地处理,以便它们能够被记录下来。报道氯原子发生了转化,意味着其中附加了关于如何能使氯原子转化为氩原子的理论的真实性。当然,报道探测到许多中微子,还要涉及更多的推论,而且,报道"太阳的中微子通量",需要附加关于太阳核心

层与表面之间的特性及地球与太阳之间的空间特性的推论。

关键在于，当科学家报道说花费 100 000 美元把一个四氯乙烯的测量容器沉到金矿下面而产生出一条波状线时，这种报道是毫无前途的。没有人对一条波状线感兴趣。但是，由于它是无意义的，所以看到一条波状线的断言不可能引起争议。这不会改变任何人的生活，也不会改变关系网（networks of relationship）。

当然，做过实验的科学家会报道更多的事情。实际报告是从含有更多推理步骤的可能范围内被挑选出来的。用平奇的话来说，这些都是更“外在的”。外在性越多——包含的推理步骤越多——报告就变得越有意义，因为它们越会引起别人的关注。

这样，关于放射性氩的报告会引起氩化学家以及关心计数器和放大器设计的那些人的兴趣。关于氯转化的报告也会受到核物理学家的关注。关于太阳中微子的报告除了受到上面两类科学家的关注外，还受到了中微子物理学家、太阳物理学家、对太阳外层感兴趣者和从事地球与太阳之间的空间研究的专家的关注。

如果推论是由“测量到的”中微子通量构成的，那么，还要引进更广泛的群体。例如，如果这些结果被解释为揭示了关于太阳中心的热核反应过程状态的某些事情，而且，认为这涉及到能量输出中的历史性变化，那么，就会在更深层次上隐含关于地球的状况与演变的理论。（事实上，这些结果正是被沿着这条思路解释的。）

于是，科学家要面临一种选择（虽然是一种很受限制的选择）：他们是在哪个层次的推论或外在性上来报道这些结果的呢？对愈来愈广泛的观众来说，他们作出的推论越多，这些结果就越有趣——他们越容易扰乱概念的蜘蛛网。但是，如果这些结果不可能保护每个人的“在社会上可接受的关于自然界的概念体系”，那么，他们作出的推论越多，就会威胁到越多的理所当然的实在，而且，他们正在带来越多的麻烦。

尽管作出更多推理步骤的选择本身没有“创造矛盾”，但是，它无疑引起了对在这种证据中能发现的任何一种矛盾的关注。这是有悖于皮克林所研究的许多科学家的选择的一种选择。例如，磁单极子科学家通过选择承认“错误”来打破从他们的证据到存在磁单极子的推理链条。

6.1.5 再论引力辐射和超心理学

这种分析同样适用于关于引力辐射争论的某些细节。有时,为韦伯断言争辩的那些人准备承认,韦伯看到了比统计设备更多的东西。他们准备承认,韦伯看到了他的探测器之间的相合信号。他们觉得,必须把这些相合的信号归因于不同于引力波的某种东西,因为除了韦伯之外再没有人能够看到这些相合的信号。为了缩短推论链条,当排除了韦伯断言所隐含的巨大的"宇宙能量耗散"时,这种措施也从这种论证中把宇宙学家和相对论理论家排除在外。在这些情形中,这些群体不会再发现他们认为理所当然的世界受到了干扰;他们不会感到需要抵制"纯粹相合的"信号的存在;他们不会认为韦伯创造了矛盾。当然,所付出的代价是,这种相合变得更不令人关注了。相关的电视信号或者某种其他常见现象不可能彻底改变科学家的生活,也不可能获得任何奖赏。

像前面的例子一样,在这个例子中,一种断言之所以到了很难再增加它的可接受性的地步,是因为它威胁到了对科学家的概念世界的公开评价,这些科学家的"归宿"位于远离那个概念网络的部分。这些分析延续了第5章中所分析的极端案例。超心理学的威胁太大,使许多人很难接受。这就是它的更坚定的支持者被迫生活在他们自己的世界中的原因(参见命题十)。他们的概念网络以及共存的社会网络比大多数科学领域的概念网络与科学的主要网络的联系更少。

因此,同样的证据或多或少都能被当做是产生的反响,而且,它也能被当做是在不同方向上产生的反响:实际上,能把它与不同的矢量联系在一起。与蜘蛛网类比,好像正是能够扰乱这个网络的不同主线,才能把这种反响发送到社会和概念世界的不同部分。

泰勒教授最终拒绝接受用第五种力来说明超常现象,而且,他对电磁假说的坚定信念可能得到了很好的描述,用皮克林的话来说,是因为保持了最大数量的"先前的共识"。但是,这些是与物理学家达成的共识。他选择了牺牲他与超心理学家达成的所有共识!更有甚者,如果他发现了说明"超常地使勺子弯曲"所需要的大通量的电磁辐射的话,那么,他将会有效地使问题的核心从物理学转向生物学。与物理学相关的这部分概念之网仍然是平静的,而生物学家则发现他们自己必须说明人类如何能够产生足以软化金属的电磁辐射通量的问题。几乎没有与生物学家保持这种一致的共识。

对于泰勒来说,生物学家也许不是如此重要的“参照组”。

同样,韦伯对静电校准的勉强接受,使争论的核心从他的天线和引力波之间相互作用的物理学转向宇宙学领域。从此以后,他的结果必须通过隐含了“病态”宇宙方案的奇怪脉冲形状得以说明,这遭到了宇宙学家的抵制。让我们回顾 1972 年当说明天线性能方面的差异不断增加时那一场关于“第五种力”乃至通灵力(psychic forces)的讨论。如果这些说明是被强加的,那么,就会遭到几乎整个网络的抵制,只有与几乎分离的超心理学家结成新的联盟,才能达成平衡。韦伯已经发现自己被孤立了(亦参见 Collins and Pinch, 1981)。韦伯可获得的可能性——其中大多数可能性曾经被考虑过——几乎代表了从通灵激进主义(psychic radicalism)到怯懦的“无法说明的相合”的整个范围,而且,都具有相同的“证据”。完全把这些措施看做是拯救假说的特设尝试,就错过了不同认知共同体关注的维度,对不同认知共同体来说,不同的解释要么具有吸引力,要么构成了威胁。

在华盛顿举行的美国科学促进会 1978 年年会上,理论物理学家索恩(Kip Thorne)所作的报告充分地表达了网络中的这些局部共同体的性质。索恩回顾了引力波事件的进程。他根据其数量级作图表明了预计引力波事件发生的频率。可以预计,低能级的事件通常比高能级的事件更有可能出现。低能级事件起源于更遥远的宇宙灾变,当人们进一步观察时,只是存在着更多的领域。然而,用韦伯式天线只能探测到最高能级的事件。索恩使他的计算所依据的假设更明确,他说:

> ……我已经……[表明]……最有可能的发射源强度,你可以接受这样的某种“*珍爱的信念*”:理论家本人喜欢坚持质量守恒的信念、引力波不发光的信念——这可能是一个错误的珍爱信念——以及从单独的源头发射的引力波强度。(强调是我加的)

然后,为了回答听众的一个问题,他以这种方式为自己辩解:

> ……我与几位加州理工大学的合作者列出了我们很喜欢拥有的一张事件清单。当时,我们实际上展现了致使[引力波]爆发的情形,即以那种频率[以便它们可能与韦伯的断言一致]发射的引力波最强。但是,它们是天体物理学家所说的完全没有实际证据的情形。不过,它们没有违背我们所珍爱的任何信念。现在,你所珍爱的信念可能与我

所珍爱的信念不同,因此,你在那种情况下可能得到不同的曲线。

当然,某些天体物理学家完全相信,索恩的"没有证据的情形"是绝对不可能的。

另一组证据更是表明,物理学家所珍爱的信念不同于超心理学家的那些信念。在我对超心理学的实地考察中,一些受调查者在没有提示的条件下自愿地评论了韦伯的实验。这些评论达到的效果是,他们认为,心灵致动就是对韦伯的结果与他的批评者的结果之间差异的拙劣说明。在后面的采访中,我有意让11位超心理学家对于韦伯事件发表评论。其中有8位超心理学家认为,心灵致动解释是支持韦伯的结果的一个主要候选因素。换言之,他们认为,韦伯的结果可通过他想发现引力波的强烈愿望加以描述。这种愿望影响了他的非常精密的仪器。

一位回答者评论说:

> 韦伯确实曾经做过最精致的PK(心灵致动,psychokinesis 的简称)实验……信号是真实的……而且,对于一个用好的PK主题进行的PK实验来说,恰好达到了正确的水准……

因此,珍爱的信念在科学的不同领域是不同的。珍爱的信念或先前的共识本身都不能确定一种争论的结果,即使这种结果与正在盛行的动机相一致。仍然存在的问题是保护谁的信念。对于其他共同体的成员来说,在网络中,不同共同体的感知重要性在很大程度上说明了科学进程中的争论方式。在皮克林研究的粲(charm)和色(colour)*的争论中(注释5),与一组数学家达成的共识似乎是有影响的。在平奇(1977)研究的冯·诺伊曼(von Neumann)的证明中,对数学的感知状态似乎正说明了以最拙劣的方式所发生的事件。另一方面,最有准备放弃的是与超心理学家达成的共识。(也有一些例外,参见 Collins and Pinch, 1981)只有当把争论维持在一个低水平或者低的"外在性"程度时,才有可能谈论一个相对统一的共同体。

6.1.6 科学和网络中更远的区域

本书详细考察的科学争论的例子,没有对这些争论在专业科学建制之

---

* 粲和色都是夸克的特性。——译者

外的显著传播作出反响。当代纯科学的时髦研究根本没有产生科学共同体之外有影响的派别。(7)一些关于科学发展较早阶段"社会兴趣"影响的案例研究已经完成。麦肯齐(1981)在统计学领域内提出的相关系数的扩展研究是一个很好的例证。另一项有趣的研究是,夏平(1979)对19世纪开头几十年内在爱丁堡进行的颅相学(phrenology)争论的考察。夏平追溯了支持颅相学的某些阶层的兴趣。如果能够根据头骨的隆起解读天生的特征,那么,这不仅把理智的"外行"置于判断人类本性(过去曾认为这是专家的独特领域)的地位,而且也意味着新的社会秩序的建立——即与能力的观相术指标更一致。一项政治纲领因此而支持认可了颅相学。

通过对颅骨外形的不同感知的研究详细地表明相互竞争的政治偏好。通过对头脑外型的不同感觉达到对头骨内腔的不同认知。颅相学家要求颅骨的内外保持相同,以便复制大脑的形状——从对大脑右侧表层不同形状的不同感知,直到对大脑物质结构本身的不同感知——颅相学家看到大脑表层通过纤维与脊髓相连,而反颅相学家则把大脑物质看成是更加均匀的,所以,无法分辨对应于特征的独立器官。可以在相互竞争的作者文本中所复制的大脑图中看到这些差异。夏平的研究把人们最熟悉的大脑解剖细节与远离网络部分的爱丁堡学派关注的阶层和身份联系起来。为什么时髦的科学争论不应该以同样的方式对远离社会网络的部分产生反响,这在原则上是没有理由的。这样的联系和影响一点也不与本书其余部分的论证相矛盾。这种模型把社会结构与实验室的操作联系起来。

6.2 核心层:具有方法论适当性的社会偶然性

科学家对构成自己学科的概念之网最了解。在某种程度上,他们的观点是通过他们的背景和目的所形成的,他们的背景与目的受到了他们对应的网络空间的调整。这种图景首先在科学家的训练过程中产生,然后,作为他们与同事关系的一种结果以及通过他们的连续工作不断地加以发展。在一个依赖于他们自己的背景和训练的更广阔的网络中,论战中的同盟者和批评者喜欢保护不同团体的联盟。不同的同盟者和批评者的这种论证和态度,将会受到他们对其在网络中的地位的感知、雄心和策略的影响。在论战的核心层,这伙同盟者和对手没有必要受到普遍建制中的社会关系或成员关系的相互束缚。核心层的某些成员有意摧毁了关于他人已经创立了的事业、他们的学术信誉和他们可能的整个社会身份的一种解释。如果这些对

手相互影响,那么,这只可能发生在非常特殊的争论语境中。这伙人没有必要像一个“小组”那样行动。他们只受到对论战结果的兴趣程度(如果不同的话)的束缚。我把这伙同盟者和对手称为“核心层”(core set)。[8]第4章和第5章所描述的争论,就是核心层表演的。

核心层确认新知识。从表面上来看,他们好像只不过是研究本领域的潜在新特征的“科学家小组”。但是,在核心层的观念中有一种需要进行正确理解的理论张力。在前几章中我们已经看到,核心层成员的活动不符合传统的“科学”研究(“scientific” investigation)形象。从一个核心层中呈现出的知识是采取多种形式进行论证的结果,而论证的形式通常并不被看做是科学的。我已经提出说,这些“谈判策略”试图打破实验者的回归。必定运用了某些“非科学的”策略,因为只凭实验资源是不充分的。当缺乏正确地复制一个实验的算法诀窍时,这些策略是未来设法确定把什么算做“以同样方式进行下去”的方法。

不过,这些谈判的结果,即得到确认的知识,在每个方面都是“专门的科学知识”。它是可复制的知识。一旦结束争论,这种知识就被看做是由具体表达了科学的所有方法论的适当性的程序所产生的。寻找比这更好的东西无异于“水中捞月”。当科学家卷入典型的核心层的争论中时,他们不会充当不名誉的角色。如果一个争论总能被解决,如果新知识总是在争论中呈现,那么,对他们来说,就没有其他可做的事情了。根本不存在理想的科学行为领域,这种领域——科学的规范模式(canonical model of science)——只存在于我们的想象当中。

核心层像漏斗一样漏过所有相竞争的科学家的雄心和所偏爱的共识,最后产生了在科学上得到确认的知识。这些相互竞争的雄心和共识因此而意指来自其余的概念网络和我们其余的社会建制的影响或“反馈”。核心层中的不同科学家,对由一种结果而不是另一种结果引起的偏僻领域中的困难与压力,将具有不同的认识和不同的兴趣,从而将形成他们的论证和战略。

如上所述,这些分支没有必要局限于科学共同体的范围内。产业利益和政治利益的关系有时候很微妙(对于本书所讨论的例子而言),而且有时,比如说,在关于发展新的核电站的争论中,这些关系是显而易见的。核心层“净化了”所有“非科学的”影响和“非科学的”争论策略。这使这些关系成为无形的,因为当争论结束后,所剩下的是推断:一种结果是可复制的,而另一种结果是不可复制的;一组实验是由一群专家能胜任地完成的,而另

一组实验——即产生了无法复制的结果的——则不是。这个核心层“漏进了”社会兴趣,把实验转变为“非科学的”谈判策略,并用实验制造确定的知识。如果人们仔细地观察就会发现核心层的争论结果如何受到这些“社会偶然性”因素的影响,也可以看到,这种结果从此以后如何仍然是所谓的正确知识。这种核心层为社会偶然性提供了方法论的适当性。

6.2.1 核心层的私密本性

一般而言,核心层是私密的,而这使得我们大多数人很难理解科学是什么。只有参与主要争论的极少数科学家拥有核心层的实际经验。即使对于这些科学家而言,这种经验也很可能是短暂的。毫无疑问,所有的科学家都知道实验工作中存在的困难,但是,这种情形的意义几乎鲜为人知。我们在第 3 章看到过这类经验的一个范式案例。哈里森开始对在与 TEA 激光器相关的许多领域内继续前进的适当方式感到困惑,但是,只要他使激光器运行起来,他就把这种经验明朗化为一系列他的零部件的故障,而不是得出更一般的结论。这一点被概括为命题六。

对于我们中的其他人而言,我们仍然对核心层一无所知。几乎没有人从一个有争议的领域来扩展可能产生的新科学知识的经验。不过,我们感到有趣的是,我们对科学方法的构成有了相当好的掌握。我们从在学校进行的某种科学研究中、从观看电视里的示范中、从阅读关于科学的书籍和报纸中了解到这一点。甚至大多数科学哲学家也从事某些形式的“规范模型”的研究。所有这些来源都强调了在实验中所产生的知识的绝对可靠性。可是,如果我们判断这个世界的哪些方面是我们最确信的,结果证明,我们根本没有关于它们的直接的实验经验。例如,考虑一下,我们在多大程度上确定相对论的真理性,迄今为止,本书的读者几乎很少曾经设计或处理过关于爱因斯坦理论的实验。这种观念适用于科学家,同样也适用于外行读者。具有讽刺意味的是,远离核心层的知识比直接产生的知识感觉更可靠。知识的确定程度被归因于知识的猛增,因为它在时间和空间上超越了核心层的边界。甚至对于核心层的成员来说,一旦争论结束,很难再重获不确定的创造时机,并且把进行下去的正确方式具体化为新的科学建制。就那些不具备核心层工作的第一手经验的人而言,几乎不可能知道创造是怎样的:不知道如何把小船放入瓶中。可以把这一点概括为另一个命题:

命题十一："距离产生美"：在社会时空中，距知识创造地点越远，知识就越可靠。[9]

对于科学文化(scientific culture)而言，核心层的调解作用、它对"不合理的社会兴趣"的净化和把社会偶然性转化为方法论的适当性，与它的私密性一起，说明了具体化的悖论(paradox of reification)。

6.3 秩序和改变秩序：归纳问题的社会学剖析

这几章从头到尾我都用各种不同的词汇谈论了相同的问题。我谈论了开放系统中规则的不明确性(unspecifiability)、理所当然的实在的基础和生活方式、发展人工智能的问题、意会知识的深奥性(impenetrability)、复制"相同"实验的晦涩的"啮齿类规则"和实验者回归。我尽力表明，其中的每个问题不过是同一个基本问题(归纳问题)的不同方面或不同结果。

我考察了为解答归纳问题的所有这些版本提供算法程序的各种不同尝试。我首先试图说明绿色和正确地延续"2, 4, 6, 8"；我继续考察了提供复制的分析理论的某些尝试，也考察了在虚构的啮齿类分类程序的各种层次上提供划界标准的某些尝试；我注意到，科学家试图通过许多因素，范围从理论预设——索恩术语中"珍爱的信念"—— 到像运用替代现象和校准之类的程序，来打破实验者回归。如果他们有意提供几组形式规则来超越包含他们在内的社会约定，那么，所有这些尝试一定都是失败的。正如我们所论证的，规则只是依赖于社会约定的规则：它们是社会约定。当形成了新规则时，或者，当以新方式应用旧规则时，正是确立了新的社会约定。这种过程是如何呈现在个体面前的呢?

在争论刚开始时，核心层的成员和有见解的任何其他人都以二分法的方式思考实验。他们把支持他们观念的实验看成是能胜任地完成的，反之亦然。这些观念被概括为一个简表：

表 6.1 科学家关于实验者的胜任能力和实验的完整性的观点

		科学家相信正在研究的现象	
		是	否
实验发现的结果与现象相一致	是	1. 能胜任	2. 不能胜任
	否	3. 不能胜任	4. 能胜任

1972 年，韦伯把他自己的实验置于表中的 1，而他的那些批评者把他的

实验置于表中的3。最初,他的批评者把同样的实验看成分别属于表中的2和4。1972年,巴克斯特和他的批评者以同样的方式对他们的实验进行了分类。

贝洛夫和贝特(第5章)是有趣的,因为当他们的工作产生否定结果时,他们怀疑自己的实验能力,所以,他们把自己的实验置于表中的3。另一方面,汉塞尔把贝洛夫和贝特的实验置于表中的4,因为他认为,他们发现心灵致动现象的失败表明,他们做的工作是何等好啊!

稍后,当核心层的成员仍然对某些结果是否能被正确复制的看法各执己见时,情况多少有些改变。这样,到1975年,在引力波的案例中,尽管所有的否定实验中至少有一个以上被定为4,但是,批评者还是把绝大多数的否定实验描述成不适当的。在巴克斯特的研究中重复了这种发现。在这个案例中,到1975年,支持者和批评者都把约翰逊的实验排除在能胜任的实验范畴之外。表中的每一项仍然都有相对应者,但是,到稍后的阶段,某些否定实验立即被从表中删除了。

这好像是当只有少数有效的否定实验结果时,那些事先倾向于怀疑现象存在的人才会把这些结果看成是能胜任的,因为他们需要用对实验的肯定来支持他们的否定观点。在这些情况下,所有这样的实验都进入了表中的4。后来,当对许多实验"反驳"作出挑选时,批评者可以放弃其中的一些反驳。他们甚至能通过指出漏洞来证实自己的公正性!但是,这也不会使表中的4成为空白,当只能得到很少的肯定实验时,所有这样的实验都被归于表中的1,但是,如果能得到更多的肯定实验,那么,其中的有些实验将被排除在外。

在更后面的阶段,核心层工作的具体化相当于瓦解了表中的这一边或那一边。如果核心层的工作得到了维护,那么,表中的2和4就会从可行的谈话中消失。如果他们一致认为现象不存在,那么,消失的则是表中的1和3。不再有一种生活方式来支持关于不存在项的建制。现在只有独立的个人才能围绕高通量的引力波或植物的秘密生活整理他们的概念和语言,而且,私人语言根本不是语言。

这正是哈里森和TEA激光器相适合之处。哈里森从一开始就工作在"明确的"或完全建制化的领域里。显然,当激光器没有发出激光时,他把自己的工作归入表中的3;当激光器发出激光时,他又把自己的工作归入表中的1。表中的2和4对他或其他人都不完全有用。当哈里森正在建造

TEA激光器时,间接的重新分类方法是不可能的。间接传递TEA激光器实验的可能时期于1969年左右结束了。此后,所有能胜任的实验都归入表中的1——它们产生了这种现象,没有产生这种现象的任何实验都归入表中的3。一系列新科学的建制化隔离了表的一边并排除了间接的重新分类的可能性。这也相当于瓦解了第2章中所讨论的分类问题。在引力波和超心理学的案例中,对虚构的老鼠而言,存在着分类问题,而在TEA激光器的案例中则不存在分类问题。[10]这是因为答案从一开始就是已知的。很坦率地说,定义一个成功实验的唯一标准是它产生了预期的结果。所有其他活动都被立刻拒绝并不再考虑。这样,相似性和差异性很容易被辨别出来。深入人心的文化所蕴含的建制符合这样的概念:在大气压下,如果它能够发出激光,那么,只能把横向激发的气体管算做TEA激光器的复制。如果这个装置发射出激光,那么,它必定通过了每个分类层次。如果它没有发射出激光,那么,它必定遇到了一种以上的障碍。

这就是归纳推理问题的社会学解答。我们感到了规律性和秩序,因为我们自己或其他人都把对建制化规则中的任何无规律性的感知,解释为感知器官的缺陷或知觉链条的其他部分的错误。因此,我们恰好用哈里森排列他自己实验的感知方式,来把我们的所有感知安排到表中。如果我们不喜欢这样做,那么,其他人就无法与我们交流。他们会以为好像我们讲的是私人语言。一旦定义了正确的结果,那么,我们有规律地对异同作出判断并不比关注实验活动的分类更困难。当适当的结果被知晓时,这些判断的开放系统的性质就消失了。此后对这个系列只有一种正确的延续。不是世界的规律性把自身强加于我们的意识,而是我们建制化信念的规律性把自身强加给世界。我们调整我们的意愿,直至我们感觉到没有常识性错误为止。这就是概念的联合确立的个体性的含义。这就是我们的感知之船停留在它们的瓶子里的原因所在。

这个过程是充满活力的,因为单个概念与其他概念联系在一起的方法是借助于生活方式的重叠。如果我们犯了错,其他人会纠正或忽视我们的错误。秩序的持久性起源于网络的抵抗性——概念网中积聚的蜘蛛。秩序的集中地是社会。

这是社会和概念秩序的写照,但是,如果发生了巨大的变化,那么,必须发明和维持新的推进方式。然而,在本章的前面几节我们已经看到,最初创造矛盾是何等轻而易举。一个潜在的科学革命可能被曲解为任何一个微不

足道的错误。因此,创造性自身的起源并不是一个有意义的问题。有意义的事情是成功的创造性的起源和它的成功条件。在这个概念网中发生的主要变化包括些什么呢?

6.3.1 个人和社会

个人应当被看做他们所扮演的角色的生活方式的总和。在很多场合,个人的思想作为个体是毫无意义的。关于核心层成员目的的最有用的思维方式是把这些成员看成来自形成它们背景的学科或其他社会和认知体制的"代表"。当一位社会学家访问一位科学家时,他或她确实正在谈论一组生活方式。正如所发生的情况那样,搞清楚生活方式的唯一途径是与共享生活方式的个人进行交谈。这比其他途径更容易。

然而,只有个人才能提供概念变化的材料。这要求某人准备为新的方式"进行下去"冒风险。正是选择把"错误方式"进行下去的个人能力,构成了他们的创造性。正是他们相应地扮演"令人尴尬的学生"(扮演"令人尴尬的科学家")的能力,提供了变化的手段。

但是,正像关于"令人尴尬的学生"的案例那样,一种新的延续不可能只是任何一种延续。它必须与这个网络的某个部分相符。如果它超越了一种私人语言,那么,它一定超越了相应的粗鲁的噪声或纯粹的废话。[11]这对创造性成功(creative success)的可能性产生了约束。个体的创造性行为,只有能够成为建制化的行为才会有价值。此外,更广泛的网络和社会为某些新建制而不是别的建制提供了成功条件。人们会说"谋事在人,成事则在社会"。个人和社会的问题,或者在社会科学中微观说明和宏观说明的问题,是一个提议(proposal)与处理(disposal)的细致的相互关系问题。因此,整体结构或整个微观说明是相互嵌套在一起的。结构性说明,除了作为理所当然的步骤把它们与个人活动联系起来之外,在它们自己的术语中是适当的。微观说明直接或间接地提到了文化/结构语境的影响,即使这些说明没有包括对这种影响的分析。[12]

如果"令人尴尬的科学家"的努力获得成功,那么,他们需要在核心层的内外结成联盟。在核心层之外结成联盟通常能够提供物质帮助,比如,财政资助和职业资助、出版物的发行、宣传等。这是"科学政治学"(politics of science)的素材。由于它不是本书的主题,所以,我只在后记中略有提及。在核心层内部结成联盟能够提供两类帮助。它们有助于科学家的智力工

作,也有助于使科学家把继续进行下去的非正统的新方式“合法化”。

通过论证来日复一日地坚持一种立场,是一项艰巨的任务。创造辩护一种新颖立场和有某种合理性的论证,也是一项艰巨的任务。人们能够通过演练“令人尴尬的学生”的案例来获得这种感觉。所提出的论证必须是“似真的”。也就是说,必须表明,它们不会彻底颠覆整个网络。如果新观念具有任何成功的机遇,那么,先前有效的大多数事件必须看起来是相同的。甚至对于科学革命来说也同样如此。即使在“革命”期间,我们其余的大多数社会建制也会完整地保留下来,至少它们在当时看起来一定仍然是完整的。不同的追溯分析可能分辨出贯穿于整个概念生活的更深远的变化,但这时某种连续感是至关重要的。全盘否定科学只能招致完全排斥科学的话语,正如“愚蠢的答案”会招致排斥“令人尴尬的学生”的游戏一样。困难只在提出论证的过程中产生,因为绝大多数的社会建制似乎必须得到保护。[13]

正如我们从“令人尴尬的学生”的案例中看到的,结成联盟可能有助于建构出这样的论证:它维持了一种令人尴尬的立场,但是,它仍然足以保护所存在的社会建制在整体上似乎不太愚蠢。结成联盟能私下传达观念,所以,“令人尴尬的科学家”能利用这些联盟。然而,结成联盟还能做更加有用的事情。它们能够*付诸行动*——包括言语行为——好像这种观念是合理的。因此,它们能够为一种新的观念“创造似真性”。

我在第4章论证了,根据韦伯提出的宇宙方案说明只有他的探测器才能探测到高通量引力波为什么是“难以置信的”。但是,我们也看到,如果当时获得了对引力波的更好“复制”,比如旋转棒,那么,就会增加把不适合的静电力作为校准替代品的论证的似真性。旋转棒的校准器使人联想到,静电力和引力波之间的差异会变得更加明显。校准的替代形式的“纯粹讨论”,使得韦伯的论证不再过分地令人讨厌。

哈维(Harvey, 1981)在做关于量子理论的实验时看到了类似的事情。一位科学家对检验一个古怪假说的纯粹愿望,使得这个假说更加似真。[14]

在引力波校准和量子理论检验的两个案例中,只是发明了一种实验设计,使某些假说成为需要在实验上加以排除的东西,而不是默认的东西。在这些案例中,概念的可能性不取决于理论,而是在非常明显的意义上取决于活动——或者,至少是被提议的活动。这样,观念域不是受到人类思想的局限性制约,而是受到人们在社会中的*言行*的局限性制约。所描述的行为保

持一种开放性,因为物理学的生活方式与对实验的最初的、就那一点而言很自然的解释相比,发生了传播更加广泛的变化。[15]

这样,当发明的、私下谈论的新论证代表了来自一个联盟的有价值的援助时,如果这个联盟运用了这种观念,那么,它会更好。[16]除了把论证大声讲出来而不是窃窃私语会有真实的效果之外,这种运用还包括实践应用。科学家在表达新东西时,也正在参与一种新的建制。言与行之间没有许多差异,因为两者都是证实存在着一组能够被遵循的新规则的公用方式——以相同的方式进行下去的一种新方式。

因此,一位明智而坚决的科学批评者所采用的首要策略(而且是非常有效的策略)是忽视有争议的断言。甚至用一种颠覆的方式批评一种观念,也会开始导致这种观念的一种建制化。只有当赞成的科学家自身是非常有效的宣传者和拥护者时,早期遭受的正面抨击才不会造成什么损失。

6.3.2 改变秩序

改变秩序的秘诀开始于一个人准备对证据提供一种解释,这种解释通过社会和概念网络潜在地创造了某些矛盾和反响。然而,这种解释必须看起来保持了现存的建制。新的描述似乎不一定是完全不合理的。对于这一点,"令人尴尬的科学家"可能使用了同事的帮助。科学家作为个体,看到了对具有竞争结果的实验的价值进行相互竞争的描述(如本章前面所列的表所示)之间的论战。希望强调一个令人尴尬的断言的科学家,正设法维护允许把相应的实验看成是能胜任地完成的这种说明的合法性。要记得实验者回归阻止了一种"客观的"解答,因此,情况一直处于变迁当中,直到新的约定变得明朗起来。激进的或令人尴尬的解释的支持者可能通过言语行为或其他行动保持这种活跃的可能性,从而使他们似乎成为似真的。因此,批评者初期最好的策略是保持沉默。在核心层内部,为了设法使争论顺利地"终结",任何其他的策略或履行权力都是有用的和用过的。这些是个人对改变秩序和维持秩序作出的贡献。

评论家的立场和同盟者的立场,在很大程度上是通过他们的背景和他们在社会及相应的概念之网中的联盟形成的。这是更大的社会作用对于争论中心的科学家的行动和选择的一种反馈方式。通过相同的机制,利益和影响也都对连续的论证过程产生了影响。把核心层成员限制在网络当中的方式,部分地说明了在核心层内部相互竞争的立场各自的成功。物质影响

以及似真性的问题都是有意义的。这个网络或多或少地不是被猛烈地摇动,就是在一个方向而不是另一个方向被摇动,这使得永久性的变化会或多或少地产生,因为它引起了不同群体的注意。这样,科学共同体和更广泛的共同体中的权威人士或多或少会产生出"相同的证据"。这些就是更广泛的社会对稳定性和变化作出的贡献。

可调整的建制——如果松散的和暂时的一组人员应该被称为一种"建制"的话——是核心层。在核心层,个人行为和更广泛的网络影响是相互融合在一起的。当一个核心层成为密切监督的对象时,不安是显而易见的,但是,核心层的更典型的私密性允许这种不安产生出专业知识。就一般群众和科学公众而言,核心层工作的明朗化——这与它的消失相符合——是有适当资格的专家的一段创造性工作的结束。他们证实任何一组断言的可重复性。如果仍然持有异议,那么,持异议者以相当明显的方式被看成属于学术上不正常的人(scientific non-persons)。他们是由于个人的病态而无法接受"真理"的那些人。创造的激发源首先绝对不是公共的,它几乎是不可重新获得的。至于具有论战经验的个别科学家,尽管只有少数人(他们要么保持沉默,要么被排除在平常的科学社会之外),但是,这种经验在科学行为的标准中是一种暂时的失常。一旦科学真理被确认,科学家就会忘记要达到结束争论的目的,非实验和"非科学的"谈判策略是必要的。核心层的魔力在于,它能运用任何东西制造出科学事实,也更能使所有的因素对几乎非常坚决的研究者来说成为无形的。

本书的目的是提出知识基础的问题和社会与概念秩序的更广泛的问题。我通过对科学的考察努力表明,个人怎样创造变化的潜力,其他人如何促进或妨碍这个过程,这些努力怎样蕴含于更广泛的社会当中,更广泛的社会如何成为概念秩序的所在地,以及如何使事实成为像事实的样子,尽管事实是人类的创造物。最后,这也是最终的必然结果,我设法说明,为什么这里所描述的对事件的看法是鲜为人知的。如果我们眼前总是浮现出核心层的形象,那么,根本没有什么事实可言。"创造"的私密性保持了创造的圣洁和权威。

第7章　附言:作为专业知识的科学

7.1　科学的两种模式及其含义

如果私密性是事实的稳定性和创造性的条件,那么,为什么还要侵犯它呢?在科学试图与不太进步的势力较量时,需要透射出一缕光芒,仅因为科学被认为是继承了不可误性(infallibility)的衣钵。这对其他建制和对科学本身都是很危险的。因此,本书的目的不是揭示科学知识的"缺陷",而是揭示科学结构"工艺"(artisanship)的"缺陷"。这篇附言的目的是为了阐明这样一种视角的更广泛的意义。

新兴的、胆怯的各门学科,比如,各门社会科学的整个范围,都是设法通过盲目模仿它们所相信的各门自然科学——特别是物理学——的方法来发展的。在超越科学本身的研究前沿的论证中,只要有提出、讨论、运用或引证科学及其发现的地方,科学方法的一个错误图景也在指导着思想和实践。科学方法的这个错误图景产生于我所称的学习、教学、交流和实践的"算法模型"。

"算法模型"激励了这样的观点:形式交流能够提供所有可遵循的全部实验诀窍;在期刊上找到的对科学工作的形式化描述是完备的描述。这个模型意味着读者成为科学家活动的"实际见证人",并能理解科学程序与发现的有效性。[1]"科学的"已经变成了"确定的"同义词,科学家的观点是权威性的。在外行人看来,这使得涉及科学的地方都应用了"翻转逻辑"(flip-flop logic)。人们相信,科学的每个权威性声明,要么是全真的,要么是不能胜任的、歪曲的或欺骗的,甚至是完全错误的。对一段科学工作结果的质疑,相当于一种谴责。根本没有中间道路。

与这里提出的这种科学模型的出发点相比,"文化适应模型"是获得与形式指导相对的技能。知识的所在地不是书面语言或符号,而是内行实践者的共同体(包括各种理论家的共同体)。个人的知识必须通过与相关共同体的接触而不是通过改变指导纲领来获得。科学家被看成资深顾问,而不是绝对可靠的权威。在这些情况下,将可预料到专家意见有时是可变的

甚至是矛盾的。改变的原因不必是不能胜任的、偏见的或欺骗的。翻转逻辑不再有说服力。专家意见的改变被看成自然的和正常的,而不是一个可根除的弱点或偏见的领域。就绝对的确定性而言,社会性和暂时地远离创造知识的核心,给人留下了深刻的印象。[2]

对于科学"方法"而言,"文化适应模型"所蕴含的首要意义是:"软"科学不一定成为它们的有利模型的典范,而是硬科学的假版本。在自然科学与其他科学之间,根据其"科学的"附属品,作出不相适宜的比较,是对科学事业本质的误解。然而,就眼前来说,为了自身的政治利益表现出"符合科学"的行为——也就是说按照科学的假想典范/算法模型来付诸行动——是被引入歧途。[3]

更确切地说,技能共同体(community of skills)的概念为科学政策提供了新的问题指向。例如,需要研究支持每一项调查的技能共同体。这些共同体构成了单调的、平淡无奇的科学基础结构(infrastructure of science)。危险在于,根据财政紧张、节约资金的政策可能会缩小乏味的基础结构的范围,以便向前推进(如果"安全"的话)科学生活的更迷人的方面。从长远来看,这不是一项可行的政策,还需要保护科学系统的其他目标。守秩序与创新之比——正常阶段与异常阶段之比——需要保持平衡。在财政紧张时期,危险的科学异常阶段与正常阶段迫切的、只可预言的部分相比较,很可能要承受不均衡的损失。保守的推动成为对它们有利的、过分负载了沉重影响的渠道(Collins, 1983b)。如果改变秩序的条件没有被完全摧毁,那么,科学的专业知识(scientific expertise)才能继续进步与发展。当没有人能阐明什么是正确的平衡时,我们可能确信,一个没有为激进的概念发展提供可能性的社会,就是一个使短期的实践关注获得了很大优势地位的社会。

7.1.1 科学教育

富于技巧的共同体(skillful community)也是对科学的形象化比喻,即需要使科学教学充满活力。科学实践的课程,无论其潜在特质在多大程度上是一种自由发现,都是而且一定都是"分阶段管理的"。在一篇有趣的文章中,阿特金森(Atkinson)和德拉蒙特(Delamont)(1977)发现,小学生的"发现"方式是经过精心设计的,所以,"正确的"结果出现在发现操作的上课时间。前几章对科学家工作的描述应该使这样的观点变得很明显:"正确的"结果是学生留给他们自己要做的最后一件事。发现的方法一定是一种

假象。

阶段管理以一种微妙的方式包括了把发现中缺乏成功的责任转移到学生身上。这是你、我和哈里森如何开始提出倾向于把任何感知到的本能反抗的责任归咎于我们自己的原因所在。如果我们要学习适当的技能和学会像科学家那样"看"世界,那么,我们有必要责备自己。一种混沌(chaos)的印象是可选择的对象。科学的这一面是不可认识的。从潜在的科学家接受科学教育的方式中浮现出来的科学世界的唯一图景,是一种刻板的确定性(rigid certainty)。正是在这幅图景中,自然界从来没有显示出任何矛盾,带来矛盾的只不过是人或人造物。

推论之一是,顺利成为一名研究型科学家的学生受到了首次经历的实际研究的伤害。如果能较早地把对困惑的某种预测作为一门课程,那么,有可能会降低博士生的淘汰率吗?

对未来的公民来说,通过正常的科学教学提出的科学模型和自然界对民主和科学自身的长远未来肯定是危险的。这种模型允许公民只对科学有两种反应:要么敬畏科学的权威,同时完全接受科学家一贯正确的(*ex cathedra*)陈述;要么拒绝这一切——无法理解的反科学反应。这是公民对翻转逻辑的解释。在发现科学家的权威宣言是不合格的地方——有时它们必然会如此——最有可能的反应就是觉醒和怀疑(Collins and Shapin,1984)。

但是在教室里,当几组学生同时用相似的方案做实验时,我们已经有了一个核心层的缩影。到下课时,课堂上做的所有实验一定都符合第6章表中的左边一栏。最初的无序还原为有序——所有的孩子都接受了教师对正确结果的看法。而且,对他们自己工作的所有解释,在某种程度上都与教师的看法相一致——是剖析核心层论战的缩影。有可能抓住时机经常检查人们为之感到成功的科学实践课程的阶段管理过程吗?剖析的过程是有待检查与描述的。从科学训练中抽出几小时的时间就可以用来从科学实践课程中提炼建构自然界秩序的真正方法。[4]这样一种实践的社会科学课程能够使未来的科学家为进入研究界作准备,也有助于未来的公民理解和促进对专门的科学决策和技术决策进行完全的投票表决。

7.1.2 理解事实的解构

正如前几章所论证的,对确定性的感知是在时间与"社会空间"上远离明朗化现场的一个问题。确定性之所以会不断地增加,是因为通向创造确

定性的社会过程变成了无形的。当核心层的界限被超越时,产生了一种“突变”。从此以后,确定性是通过继续表征模仿事实型证据来维持的。但是,建构确定性的诀窍,也提供了其解构(deconstruction)的诀窍。通过集中精力和千辛万苦地重新描述实验的所有可能发生的细节,事实有时会再一次得到解构。我们在关于超心理学争论的过程中能够看到这种策略(Collins and Pinch, 1982)。科学论文所漏掉的,正是批评者所要恢复的。不考虑批评者是描述“确实不合格”的笨拙行为或不胜任的行为,还是描述不相关的细节,仅是把实验描述为日常生活的片段这一行为就降低了实验的威信。

还要记得核心层扮演了像漏斗一样漏过社会偶然性和兴趣的角色。它吸收了它们并把它们“净化”为正确的知识。对核心层行为的重新详细描述,颠倒了漏斗的流出方向。偶然性和兴趣再一次被分离出来。诚实地重新描述的创造过程,只要充分详细,就能够开始获得从瓶子里驶出来的船。

根据对事实的建构与解构,在科学和技术进入公共领域的地方所发生的大多数事件得到了充分认识。专家型科学家希望得到最大限度的真实性(maximum facticity),批评者希望颠倒漏斗的流出方向并揭示“隐兴趣”(hidden interests)与偶然性。或许另一位专家希望用另一组事实来替代这一组事实,必须解构第一组事实来让路。看待这一点的正确方式是把它作为一个没有明确解答的论证。尽管翻转逻辑可能会消除与不确定性(uncertainty)相关的焦虑,但是它捕获不到建构与解构的这些细微差别(nuances)。

翻转逻辑模型和建构—解构模型之间的张力已经得到了证实,例如,在英国的法律系统中。一个诉讼案件少有的情况之一是,根据某人的兴趣设法解构某些很平常的科学工作,例如收集专门的法庭证据。再有,这是一个特定的场合,在这里,很可能要求公民——作为被告,或陪审团成员,或审判员——考虑专家意见的含义。

在英国的法律系统中,政府通过警署和内政部的实验室来处理大多数法医学案件,也就是政府起诉。因此,被告与原告一样都缺乏充分的科学证据。如果证据像传统科学图景所认为的那样是中性的,那么,这是可以的。如果同样的证据是任何人执行的实验算法的必然结果,那么,很可能原告与被告都要陈述政府提供的证据。最糟糕的情况是,问题将求助于解释的内容,而不是证据。

这类咨询所面对的一个问题缩影存在于风险评估之中。这些风险——比如说,核电站——如何被评估呢?有多种途径能为这个问题提供一个明显权威的数值解。例如,如果根据与环境相关的过去执行的经验知晓核电站的每个部件失败的概率,那么,通过某种总计练习就能够算出全面失败的概率。总计练习可能考虑到导致灾变的一系列部件失败的可能性。但是,这样的数字当然可以无限制地重新解释。在核电站的例子中,对这种风险的"客观"计算依赖于假设核电站部件的行为是遵守规则的。但是,每个新核电站都是一个新环境,而且核电站所处的总环境是一个开放系统。从而,并不是所有的核电站的潜在配置连同其环境的潜在关系都能够被预见到。从风险计算得到的数字是一个开放系统论证的"明朗化"。不同的专家会得出不同的数字,这是不足为奇的。至于是否能完全获得一个有意义的数字,存在着不同的意见,这也是不足为奇的。[7]

于是,不同的专家将会对风险的定量和正当性提出不同的意见。同样,不同的专家将会对核电站运行的其他更正式的技术方面提出不同的意见。温(Wynne, 1982)考察了1977年的风级咨询(Windscale Inquiry),按照他的观点,对于公正的负责人帕克(Parker)来说,这确实是无法理解的。

在科学理性的、有争议的经验模型的鼓舞下,帕克没有把关于专家的观点是以兴趣为基础的讨论视为揭示了科学争论中相关的社会因素,而是视为对个人失去诚信的指控。"我毫不怀疑那些在所有的[控制权威]中涉及的诚实,而且,我把对他们的攻击视为毫无根据的。"(帕克语,转引自Wynne, p. 131)对于无偏见的观察者来说,根据事实为自己辩护的观点,围绕事实含义的争议只能被解释为失去诚信的指控。这是科学知识的翻转逻辑模型。

这样一种观点可能在科学的内部也是适当的,在科学中,对于每一种竞争观点的支持者来说,它起到了独立引擎的作用,也充当了"确定"和"稳定"一种观点的最终明朗化的一个视角。但是,当不得不在政治领域内作出技术性决策时,它是不充分的。翻转逻辑模型提高了指控与反指控的水平,无情地导致了对任意一组科学专家的怀疑。而且,从长远来看,它将导致对整个科学事业失去信任,这是我们无法承受的灾难。因为它的全部可误性,所以对于我们拥有的自然界产生的知识而言,科学是最好的建制。

7.2 科学政治学:作为政治的科学

本书提出的确立科学事实的模型,从两个方面消解了科学技术和社会的其他方面之间的边界。第一,它表明了在科学职业内的社会关系网络与作为整体的社会网络之间的连续性。第二,它表明了科学中的文化产生与所有其他形式的社会创新和概念创新之间的相似之处。

网络不断地分叉,以使在科学范围内引起的反响具有它们的外在效应,正如来自科学职业之外的影响反馈到科学本身中那样。政治气候以相当直接的方式影响到科学与技术。在科学建制内它能够为研究者提供或拒绝提供合法的正式手段,比如期刊和职业约定。它能够控制基金资助,也能够控制公开性。公开性能够防止一种新观点由于其批评者的沉默而遭到流产,也能够更加间接地影响到一种观念的进程。

更世俗的政治势力还以不同的方式发挥着它们的作用。某些科学观念比另一些科学观念似乎更赞成特定的政治概念。例如,夏平(1979)表明了爱丁堡的政治学和颅相学之间的联系,麦肯齐(1981)表明了优生学运动如何影响了统计学的发展。这些影响很容易理解,因为它们构成了对文化变化史和政治变化史的日常分析。如果科学变化是社会变化,那么,一定应用了同样的说明范畴——尽管本书没有对它们进行详细的分析。[8]

我们能够通过考察社会变化的政治学来理解科学变化。但是,如果科学是文化活动的一种有代表性的案例,那么,我们应该同样能够通过考察科学中的变化来了解社会变化。我希望其他的社会学家和政治科学家能运用对科学的人文社会学的各种各样的现代研究来阐明更一般的问题。我将通过提供科学文化与政治文化之间小范围类似的三个标志来结束讨论。

首先,言语行为与沉默行为皆有其政治对应物。激进的政治运动通过某种强烈的对抗使自己变得令人瞩目。如果政府攻击一场新的运动,那么,运动就变成了一场值得攻击的运动,运动的地位是通过攻击本身来定义的。政府的问题在于什么时候发起攻击。最新近的新法西斯主义的运动史就是说明这种困境的一个例子。不能完全忽视这样的运动。然而,在当代英国正面攻击法西斯主义的萌芽运动有助于赋予其合法性吗?这种政治困境是科学中困境的对应物。一个"坏"观念一旦获得了这样的认可度,即确定攻击本身无法进一步扩大它的影响,那么,只抨击这种观念就是有价值的。

相类似的另一个标志是维护权威的核心地位。Q 为了确定他的成员资

格需要做一个实验(在第4章中讨论过),这种需求生动地显示了作为正确知识仲裁者的核心层的力量。如何维持和打破这种边界呢? 诸如期刊和科学学会之类的职业建制,有助于约束实际的和潜在的成员资格。专业化语言有助于维护新学科周围的边界(Shapin, 1984)。全体成员都需要有实验技能和相应的财政资助的事实,维护着几乎所有新兴学科的廉价的学科周围的边界(亦见 Gieryn, 1983)。在科学中,维护权威的方式是更自觉地维护所有职业边界的一个模型。

最后,在第4章"创造矛盾"标题下所描述的过程存在着一种政治上的类似物。[9]恐怖分子的暴力,像科学证据一样,能够用完全不同的方式来解释。那些感兴趣于维持现状的人把暴力行为解释为"违背"文明的行为。另一方面,恐怖分子设法强调把有规则的行为解释为自身的极端压抑。例如,在贫困国家,婴儿的死亡率很高,那么婴儿的死亡可能被解释为整个人口相对的统治权力的暴力行为。于是,恐怖分子试图把他们的暴力描述成像政府暴力一样,从而使他们的暴力行为合法化。政府把暴力公开谴责为一种激进的、不可接受的变革。

7.3 权威和专业知识

为什么维护作为人类产物的科学观是如此困难呢? 我已经论证了在科学情形中核心层的私密性提出了特殊的答案。科学训练迫使人们把自然之变化无常的经验解释为人的失误,从而不足以强调人类对达到概念秩序所作出的贡献。但是,我们能够学会承认科学的文化适应模型。

我们理解财务顾问、律师、政治家、艺术与文学评论家、医生、建筑师、汽车修理工和旅游代理商的可误性和兴趣利益,无须推断,他们在自己的领域内并不比我们自己更专业。无政府状态和虚无主义都不是来自承认专业知识的人性基础,而是来自承认没有办法魔法般地摆脱我们决策基础的不确定性带来的痛苦。

职业科学家是当我们希望了解自然界时必须求助的专家。然而,科学不是能使我们降低我们所肩负的政治、法律、道德和技术决策责任的一种职业。科学只能为现有的去向提供最好的忠告。要想寻找比这更多的东西所冒的风险是,对具有破坏性后果的科学感到普遍的失望。

方法论附录

实地考察

本书所描述的主要材料是在 1971 年夏天到 1979 年 3 月间的各种旅行中收集到的。

1. 1971 年夏天,我访问和采访了建造或尝试建造 TEA 激光器的英国物理学家。

2. 1972 年,我访问和采访了从事引力辐射和超心理学研究的英国科学家。

3. 1972 年秋天,我访问和采访了从事 TEA 激光器、引力辐射和超心理学研究的北美科学家。

4. 1974 年末/1975 年初,我在巴斯大学与正在建造 TEA 激光器的一位物理学家(哈里森)亲密地共同工作。

5. 1975 年秋天,我第二次采访了从事引力辐射和超心理学研究的北美科学家。差不多在同一时期,当德国科学家正在进行引力波研究时,我第二次访问了英国的科学家。

6. 于 1976 年和 1977 年在美国和英国收集到的材料,不是本书的核心材料,而是本书所涉及的材料(参见 Collins and Pinch, 1982)。这些材料涉及超心理学领域著名的"超常地使金属弯曲"或"超常地使勺子弯曲"现象。

7. 1979 年 3 月,当哈里森解决了他开始建造第二台 TEA 激光器所遇到的困难时,我又与他密切地工作了几天。这段时间的工作是在爱丁堡的赫里奥特-瓦特大学完成的。

上述 4、6 和 7 所提到的工作直接属于职业科学家的实验。在超心理学领域完成了某种其他实验工作(参见第 5 章)。但是,另一些旅行是采访相关的科学家。这样的采访被扩展为关于技术质疑的自由讨论。在所有的案例中,这些讨论都有录音。打算以后编辑这些录音。在所有的案例中,我都设法采访了与正在研究的科学工作相关的所有科学家。然而,除了与 5 相关的一次联邦德国的旅行之外,合乎逻辑的考虑使我完成了对英国和北

美的旅行。

代表性

这些研究具有“代表性”吗？第二次的两项研究——引力辐射和超心理学——在有争议科学研究方面是没有代表性的，因为它们代表了作为整体的科学的极少数活动。之所以倾向于考察这两个诱人的领域，是因为普通科学中所隐藏的许多东西在争论中突现了出来。科学家大体上不倾向于分析他们自己的程序。只要结果稳定地产生，这种结果就能为自己辩护。只有当任意一种结果产生了问题时，他们才会对方法进行反思。例如，第2章提出的超心理学家对复制含义的讨论最不可能出自一群非常普通的科学家。只有像充分地考量他们自己的程序的超心理学家（或社会学家!）那样的人，才能感到需要如此详细地分析这些结果。

在争论中有些批评者认为，没有统计代表性的争论有很严重的问题。他们觉得，争论研究在更常规的领域内无法揭示关于维护共识的机制，在这样的领域内也无法揭示更缓慢变化的机制。我总是发现这是一个很奇怪的论证。对我而言，似乎对一种争论的剖析，恰好是确立一个新的共识，以便对一个共识的理解自动地产生了对另一个共识的理解。然而，毋庸置疑，也有许多争论研究被说成是考察了较为波澜不惊的领域（smoother water）。确实，我们通过对争论的考察，一旦提出了正确的问题，就会对深藏的混乱变得很敏感。于是，常规科学看起来就是其中最明显的现象。TEA 激光器研究恰好考察了这种较为波澜不惊的领域。

在案例研究中也可能有其他方面不够典型。这里，我们对“相同”含义的哲学问题感兴趣。正如古德曼（1978，pps. 134ff）所解释的，“有代表性的”一词的含义只不过是这个问题的另一个版本。我看到，没有什么使得这些研究一开始就变得不典型，而对这类批评的唯一回答是挑战批评者，用“相同的”（!）方法重复这项工作。到目前为止，具有同样看法的每一个人都回到了一个广泛相似的故事。而且，批评者往往是这样一些人，他们更愿意使用取决于解除异议后提出说明的方法。在解除异议后很快地提出一种说明是必要的，因为当给出说明的人处于不完全确定的状态时，对于这个人来说，这种说明具有完全不同的性质。这一点——命题六——在第6章中进行了进一步的讨论。

复制与同构

正如在第 1 章末尾所提到的，科学家很少觉得充分地使用了知识断言，他们希望把复制的理论观念转化为对实在的检验。这里的研究所报道的另一个不同寻常的特征是，在每个案例中都密切关注复制。然而，动机是有变化的。在引力波及超心理学案例中，所进行的复制是作为对过去观察的检验。在 TEA 激光器案例中，唯一的目的是尽可能快捷而容易地使激光器运行起来。

由于在第 2 章分析复制理论那一节和第 4 章开头说明了理由，所以，科学家建造的引力波探测器不是设法建造韦伯设备的同构副本(isomorphic copies)。(我用同构，意指在可知的、易获取的重要方面是相似的。)他们的目的是建造一个尽可能好的引力波探测器。(第 4 章说明了这种目的的后果适合于作为一种检验——检验他们工作的功效。)同样，在超心理学中，同构的实验设计的重要性也是争议的焦点之一，同构不是一条可获得的明显途径。如果科学家的目的是建构同构的实验，那么，这些案例研究就是"清洁剂"。我对下列问题的主要观点变得更加明确：科学家对于把什么算做对他们工作的复制的感知具有可变性。实际上，一个复杂的层次掩盖了把什么算做"相同的"概念问题。(然而，德国的引力波实验以及贝洛夫和贝特超心理学实验在目的上是相当同构的。)

由于到现在为止应该容易理解的理由，实际上，不可能找到一个在"常规科学"中用作一种检验的复制案例，而且，更重要的是比较的维度。这样，我们为了在常规科学中找到一个复制的案例，一定要考虑像 TEA 激光器之类的非检验情形。结果证明，非检验的性质恰好使得这个案例的不同之处变得有趣。这只是因为预计的实验结果是无争议的，所以，有可能进行无争议的复制。

此外，既然建造 TEA 激光器的科学家期望得到回报，不是为了建造激光器，也不是为了促进 TEA 激光器的设计，而是为了一旦装置运行起来，他们可以得到光束，所以，他们没有兴趣建造除同构设计之外的任何东西。就设计的重要细节而言，一种精确的设计很可能是实现他们目的的最有效方式。这样，激光器的研究代表了同构复制的一个"美好的"案例。[巴黎第八大学的马塔龙(Benjamin Matalon)完成了对复制的风格和频率的有趣

研究。]

方法论预设

在 1971 年,关于激光器项目的这些研究一开始不是为研究复制而设想的,而是为了研究知识转移。意图是探索在某种程度上从源于社会科学哲学和科学史的观念所获得的知识转移。源于社会科学哲学的最重要的观念是在一种"生活方式"中理解行动者的行为(Winch, 1958; Wittgenstein, 1953)。这种观念在科学史中对应于"范式"概念(Kuhn, 1962)。探索 TEA 激光器建造者的"交流网络"的基础,就是脑子里的这些观念。

在科学社会学和信息科学中很好地确立了对交流网络的研究。虽然许多研究都已经完成了,但是,几乎所有的研究都是以非常相同的方式对待交流。当人们认为信息被条理化为明显离散的、可明确表达的单元时,他们所用的研究技巧适用于对信息传播的探索。甚至当信息科学家讨论"非正式交流"时,也认为非正式性是媒介的特性,而不是信息的特性。如果不是因为逻辑、方便和保密的问题,原则上,好像能够通过一种"非正式交流的杂志"记录和转移非正式信息的内容。

为了使交流以这种方式形象化,问卷调查的回应、相互引用等是信息转移的合理标志,因为转移是各家都乐意看到的。

然而,如果对交流的看法不同,这样的方法就不适用了。例如,如果认为科学家知识的一个重要组成部分是"意会知识"(Polanyi, 1958),那么,对于科学家而言,那种知识的转移很可能像知识本身一样成为无形的。更一般地说,如果一位行动者的知识构成了他的"生活方式",而且,科学家的知识构成了他的范式,那么,通过为探索知识而设计的手段不可能正确地研究他们获得那种知识的方式,乃至获得那种知识中的元素的方式。

我在建造 TEA 激光器的案例中所用的探索转移的方法,适用于处理作为一种生活方式的知识,或者作为必须内在化的一种范式的知识。这样,案例研究的进路似乎是适当的。人们能够通过许多科学家详细地追溯一种知识的转移。人们能够在行动中看到这个转移过程,而不是取决于科学家的报告,这个报告必然只提到科学家看到了什么。同样,这也是本书整个论证的关键点,成功的知识转移的标志是很容易获得的。当科学家 X 的激光器"发射激光"时,他就拥有了建造激光器的知识;如果激光器发射不出激光,他就没有具备这方面的知识。于是,避免了依靠科学家关于他们自己知识

的信念——只有当那种知识是可明确阐述之时,科学家的信念才是可靠的。

本书的方法论偏好是,赞成把参与观察(participant observation)作为提出形成讨论基础的固有技能的一种方式。当我不可能完全参与时,我试图用长期访谈来替代。参与观察伴随着一种社会学的解释进路(参见 Collins, 1979, 1983a, 1984a)。根据关于社会科学和自然科学同一性(identity)的长期论证(例如,Yearly, 1984),这样一种方法论的立场已经发生了改变。在 20 世纪 60 年代,解释学家相信社会学应该被视为一门科学,这种说法是正确的。因为那个时候在各门社会科学中成为"科学的",蕴含了对实证主义者/行为主义者的方法论的某种看法。随着科学知识社会学的成熟和科学哲学中的某些最新发展趋势,科学方法论的概念变得越来越多元化了。现在一个对科学更有用的定义,取决于可复制性的断言(正如第 1 章结束时所说明的那样)。没有丝毫理由说明,为什么准备获得相关固有技能的那些人无法复制由诠释者/参与观察者的观点构成的观察。因此,本书的方法论应该被视为归属于科学之方法论范围之内的一种方法论。

"元方法论"的预设

就预设而论,我不同意某些现代作者的进路。比如,赫西和巴恩斯希望更多地保留他们对情境(situation)的基础"物理学和生理学"知识的说明,我认为没有必要。下面这段关于"物理学和生理学"的引文来自赫西。她认为(与波普尔相反):

> 情境的物理学和生理学已经赋予了我们某种"观点":一些情境对(pairs of situations)在较为明显的方面是相似的……(Hesse,1974,p. 13)

这种进路成为赫西描述科学推理方式的关键。例如,她以此来"防止"约定主义,而本书则得出了一个约定主义的结论。赫西说:

> 它不是一种约定主义的描述,我们的意思是说,如果那样的话,任何一个定律只要完全搞乱它的谓词的含义,都能被确信为真理。这样一种观点没有认真地考虑定律的系统化特征,因为它企图保护已知定律的真理性,不考虑它与系统的其余特征的一致性,即不考虑保护系统的简单性和其他合意的内在特征。它也不考虑下列事实:为了保护一个已知的定律,并不是所有最早确认的经验简单性都能够被拒绝,因为

> 它依附于存在着这样的认知：具有经验指称(empirical reference)的语言的整个可能性保持不变。另一方面，当前的描述既要求定律与经济而方便的系统保持联系，也要求起码它的大多数谓词仍然是适用的，即根据对它们的了解，它们将会为了适用性而坚持相信最早确认的相似性和差异性。(p.16)

这样，在赫西的框架中似乎正是物理学和生理学(产生了最早确认的相似性和差异性)阻止了定律和观察网络中的激进的、大规模的变化。同样，这种限制似乎阻止了接受某些定律，在这一点上，这样的接受要求大规模地扰乱系统的其余定律。这种限制是被保护系统的连贯、经济和方便的必要性以及对最早确认的相似性与差异性的核心(尽管是一个潜在的可变的核心)的维护所强加的。虽然我同意赫西关于大规模的变化是不可能的观点(参见第6章)，但是，这种连续性——适当地、局部地认识到的连续性——的来源不是物理学和生理学，也不是逻辑的或概率的一致性，更不是概念网络中的经济性和简单性，而是利益和社会约定。无论如何，对可能性、一致性、经济性和简单性的感知本身是约定的。

巴恩斯(1981)在讨论学习情境时，根据赫西的论证提出了一个相关的观点：

> 例如，教师可能指着一排特定的鸟，然后在每一种场合下都说"鸟"。结果，我们可能预计，学生就会熟悉许多公认的"鸟"的实例，而且，他自己把那些实例看成"鸟"的实例。出于许多理由，这样一种预期当然被认为会受到质疑。例如，假设在这个环境中的详细情况能被识别出来，我们就会内在地感到环境像是分化的或成块的(lumpy)，而且，能够产生的某种相互作用好像聚焦于某一块或某个特点。再进一步假设，一个特点与一个术语的联合致使把这个特点认为是这个术语的一个实例。这些都是有深远影响的假设，但是，它们既不是似真的，也不是可以轻易避免的，关于这一点也能很痛快地被人欣然接受。在本质上，它们意味着学习之所以成为可能，是因为存在着具有起码的某些根本内在特性的感知和认知仪器。(p.3)

在我看来，巴恩斯的假设只有在设想最初的学习情境(primitive learning situations)时才是必要的。但是，即使在某些基本意义上是必要的，忘掉

它们也很重要。如果它们很重要，那么，唯一可感知的进行方式是发现在我们现在生活的世界中感知的极限是什么。然而，有一点不完全清楚，即巴恩斯认为这个世界的“块”(lumpiness)确实设置了关于我们所能观察的限制。他说：

> 很可能某一系列的[术语的几组实例]和概括是能被建构的，作为交流的基础这是不起作用的……但是，即使它可以为哲学家提出一个有趣的问题，是否能够建构这样一个网络在这里也是无关紧要的。赫西网在这里被定义为一个现有共同体的文化的言语构成模型。已经知道任何一个现存的网络都是行得通的，因为某个共同体的一致活动是以它为榜样的。(p. 31)

这种观点看来类似于巴恩斯(Barnes, 1974)较早表达的一种观点，也类似于柯林斯与考克斯(Collins and Cox, 1976, 1977)批判性地讨论过的一种观点。这种观点似乎类似于布鲁尔(1976)的观点：

> 特别是，社会学家干预了不同群体的人所认为是理所当然的、建制化的或权威授予的各种信念。(p. 3)

这样，巴恩斯与布鲁尔看来似乎回避由这个世界的“块”和只考虑已被建制化的此种网络的骗局(trick)强加给潜在网络的限制的问题。这是过于“追溯”的一种观点，它只有在静态的社会中才是适当的。这种骗局在这里不起作用，因为我们已经考察了确立新的归纳概括的尝试。因此，如果在这个案例中，有一类尝试注定是要失败的，因为它们使网络(或网络的一部分)“作为交流基础是行不通的”，那么，知晓正在审查的任何特殊尝试是否属于这类尝试至为关键。例如，可能会断定植物的感知(参见第5章)不会被建制化，不是因为没有人能成功地把它置于现有科学建制的网络中(在这里从本质上提出这种观点)，而是因为在实验物理学中和在关于植物感知观点的潜在支持者的生理学中，有某种东西恰好没有使它潜在地可建制化。这将使我的研究变得多余。需要某些明确的引导。

在本书中，回答“我们如何得到新的概括”这一问题，从一开始就被设想为与获得下列概括的问题类型相同：比如说，不管是概括绿宝石的颜色问题，还是概括针尖上能站多少个天使的问题。这是方法论假设。我因此而

尽量回避谈论描述。谈论描述,需要回避谈论秩序的假设。

这里得到的假设是最低限度的。这些假设避免了赫西基于网络的简单性和一致性所作的保留,因为这些概念本身被认为是约定的。需要将网络中的联系认为是理所当然的实在,一致性和简单性不可能外在于生活方式而存在。同样,物理学和生理学对于概念秩序(conceptual order)的维护是不起作用的。

为了设想在虚构的“第一个实例”中所进行的任何一种概括是如何获得的,有必要讨论“原始块”(primitive lumpiness),但是,通过接受下列观点避免了对“原始块”的讨论:即我们完全没有任何概念系统来思考关于人类除了作为植根于建制网络/概念网络之外的其他方面。不是我们碰到了已经建制化的人类,而是我们想不出任何别的可能性。引用布莱克(Black,1970)的话说,“……‘为什么我们应该接受任何归纳规则呢?’这个问题可以被表明是没有意义的。”(p.89)因此,他的建制化事实构成了对人类归纳能力的一切讨论的非经验特征。我们回避了对虚构的前建制化情形的讨论,而且,我们不禁想知道,我们现有的建制化的任何一个部分是否表达了对可建制化性(institutionalizability)的限制。

这允许我们从其结论中得出对称性原理(Bloor, 1973)。从一开始就应该把所有的描述型语言都视为好像它没有描述什么真实的事物。这并没有提出主体间性的问题,因为即使在所讨论的问题并不真实的情况下,相互理解似乎也是可能的。一首诗或一幅画的质量如何、在针尖上能有多少个天使跳舞,或者脱去皇帝的新衣,所有这些问题都能够被讨论,在世界上并不存在与它们相符合的块(lumps)。许多科学家提出,例如,超心理学的整个科学的基础并不比皇帝的新衣更实在。但是,为了认真地接受对称性原理,必须把对皇帝新衣的讨论视为眼见的范式(paradigm of seeing),而不是视为范式型的反例(paradigmatic counter example)。必须强调的是,这不是由本书的论证所得出的一个结论,也不是先验的认识论断言。那种认识论不是本书的目的。它是人们所说的“元方法论的预设”。它研究搞知识社会学的合适的心理框架(frame of mind),因为它导致了合适类型的方法论。(关于进一步的讨论,参见 Collins, 1981d。)

结语　科学行动

改变科学秩序[1]

一旦科学事实通过(例如)重复实验(repeated experiment)得以确立，它似乎就成为确定的。尽管如此，《改变秩序》一书的目的之一是说明事实如何能够发生变化。《改变秩序》表明，变化是有可能的，因为(比如)现象的可复制性的确立，依赖于共同定义的技能，也取决于不同社会集体中的共识。本书表明，不考虑科学方法，科学知识的社会决定是可能的——确实，本书论证了科学方法完完全全是社会的。《改变秩序》意味着，通过改变我们对科学方法的评价，促进了在科学与其他文化事业的相互关系方面的一种变化。它并不意味着改变科学方法。

尽管《改变秩序》一书讨论了结束科学争论的一般机制，但是，没有详细地提供变化的社会学理论，也不企图说明任何一个特殊的共识是如何确立的。它没有说明我们为什么不再相信高通量引力波和植物的情感生活。[2]本书为这样的可能性留有余地：如果社会建制是不同的，那么，我们现在关于引力波或植物意识的信念就是不同的。那些认为《改变秩序》的缺陷是没有说明一种事实而不是另一种事实为什么会出现的批评者误解了本书的推进力。[3]《改变秩序》与过去在20世纪70年代中期发表的文章一起意味着，在一个充分确立的关于作为整体的科学的观念秩序(order of ideas)中发生了一种变化。它有助于使科学知识的历史成为可能，而它本身不是历史。

积累与革命

《改变秩序》对科学生活方式的转换提供了一般性的描述，而不是一个变化的因果性理论。正如皮克林所指出的，认为本书把偶然性假定为是在科学中发生变化的原因是错误的。[4]本书的变化模型可能包括了不同的社会学理论，包括了皮克林的“实践动力学”。在实践动力学中，联盟是在用现有手段完成新的科学任务的人之间形成的。但是，《改变秩序》没有把自身

局限于积累性的转变。它包含了一个“常规”科学的案例研究和两个潜在的激进转变的案例研究。因此，本书像皮克林所说的那样没有与他的理论形成竞争，这首先是因为本书是在不同的一般层次上发挥作用的，其次也因为他的理论受到太多的限制，以至于不能处理革命。

科学知识说明的有效范围深刻地重申了在社会科学哲学中提出的立场，这些立场能够借助于一种轻松愉快的隐喻来加以阐明。[5]人们可能会说，科学的多种理论和社会理论一定具有真正的一致性。有些理论——人种方法学(ethnomethodology)是一个很好的例子——似乎允许社会成为过分无力的、不可靠的，好像所有发生的一切都是局部的成就。这些进路所没有说明的是，为什么有些事情比另一些事情更难发生改变。比如说，为什么确立超常现象的存在会比确立肉眼看不见的脉冲星的存在更困难呢？这些理论无法说明，今天更容易认同或相信某些事情，怎么会是因为一些事情是昨天发生的。[6]

在另一个极端，存在着科学的多种理论。比如，理性主义哲学家喜欢的那些理论，在那里，科学生活像是一块已成型的坚硬石头。除了通过暴力和破坏性的变形之外，它不可能发生变化。

存在着一类居于中间的理论，在那里，共同体提供了科学信念的形式，但是，它们一旦提出，就是不可改变的。这种一致性类似于混凝土而不是石头——当它不动时，用容易流动的液体使它固化。但是，所有的信念都需要有成果来维护——它们不可能自我定势。我们将要看到，尽管拉图尔的某些表述太过僵化，可是，当前少数“建构主义者”还是承认持有混凝土型的理论。“黑箱化的”对象很难再走出黑箱——它们与石头没什么区别。

较好的理论赋予文化生活的一致性，或多或少类似于黏稠液体的一致性。液体从来没有固定的形状，它能够转变成任何一种形状，但是，它抵制快速的转变。人们可以穿越泥浆前进，但只能是缓慢的移动，不能是跑步。这些理论如同皮克林所说的，在“t”时刻定形的缓慢流动的液体总是与它在“t－1”时刻的形状密切相关。

尽管液体比气体、石头或混凝土更适当地表达了科学的一致性，但是，我们能够进一步改进隐喻。科学有两个方面仍然是不可表达的：需要持续地输入能量来维持我们信念的具体形式——如果不维持它们就会恶化——以及在革命时期或超常科学阶段潜在的更快速的变化。冰是一个好模型，因为冰需要能量来保持它的形状，但是，冰淇淋会更好些，仍然是因为它不

太硬。

如果把冰淇淋搁在那里，它将会慢慢地失去所有的形状。热或压力——代表了科学的革命或超常时期——将会使冰淇淋迅速化成液体。在《改变秩序》中，TEA激光器的世界完全是冰冻的，而其他两项研究则表明了局部热点的扩展速度。冰淇淋是一个好的备忘录，提醒我们不要忽略科学的这个方面。

融化科学

现在从对科学的分析转向科学知识社会学对科学在世界上的地位的影响问题。科学知识社会学究竟在多大程度上"融化"了科学的传统权威呢？《改变秩序》力图把科学带到与制造知识的其他活动相同的认识论层次。然而，达到这一点的方式没有看起来那么直接。

科学知识社会学提出了有力的经验证据，如果我们关于有争议的世界特征的信念是对世界发展方式的一种推论，那么，在发现和证明的过程中这是不明显的。只有在追溯重构之后，才能提供取决于有序地与世界进行相互作用的一种描述。正如我在早期的论文中所指出的，这些发现仍然与"看不见的手"(hidden hand)的科学模型相兼容。[7]于是，在《改变秩序》中所提出的观念与发现只有在方法论层次上才需要相对主义。不得不承认的唯一事情是，"把世界看成好像根本不影响人们关于它的信念"，这种规定是研究科学行为的一个合理的出发点。这种"方法论的相对主义"不需要进一步的辩护。[8]然而，人们可能会说，"方法论的相对主义"是对科学知识社会学的一种输入。问题仍然是，相对主义是否也是从科学知识社会学中输出的。

回答是，当科学知识社会学无法证明相对主义时，它确实无情地引导至这个方向上。这是因为，基于特定预设的分析越成功，这些预设看起来就越正确——它们就越表现出一种输出的特征，而不是一种输入。正如基于欧几里得几何学来描述世界的经验成功使我们认为两条平行线永远不会相交一样，社会学案例研究的硕果促使我们重新评价科学的本性。如果当尽可能详细地描述了发现和辩护时，没有发现真理、合理性、成功和进步（参见注释7中所引用关于TRASP的文章）是科学的驱动力，那么，科学似乎就不需要它们来说明自己的发展。

这根本不会构成对科学的攻击。仅当科学面临着规范的理性-哲学模

型时,这种论证才被解释为一种批评。科学知识社会学没有表明,科学无法达到与此种规范模型相联系的标准,而是规范模型是难以获得的。科学做了预计科学会去做的所有事情。[9]然而,科学在它与其他建制的相互关系中发生了变化。科学在认识论意义上不再是卓越的。与文化的其他元素相一致,科学的驱动力是共同体。

行动者与行为体

并不是科学知识的所有进路都具有上面概述的含义。最近由卡隆(Callon)和拉图尔提出的网络理论就是一个例子。卡隆和拉图尔不承认科学知识社会学改变了科学与文化之间的权力平衡。他们认为,这种争论是错位的,他们更喜欢在一个正交维度上阐明他们自己的纲领。这导致了人们所称的“激进的对称主义”(radical symmetrism)。

布鲁尔首先把“对称性”原理表述为:为了达到历史分析和社会学分析的目的,在科学中,人们必须以把所看到的当做是假的一样的方式,把所看到的当做是真的;分析者不允许他们自己依据以后将发现是真的事件来说明当时所相信的事件。什么算做真(what counts as true)是社会过程的结果,真理不是这种结果的原因。[10]卡隆和拉图尔把这一原理推广到所有的二分法,包括社会的二分法和自然的二分法。因此,我们不必说社会的二分法和自然的二分法都是被社会地建构的,因为这将用到解释成为说明出发点的二分法的一个元素。[11]相反,我们要看到在我们理论中人类行动者(actors)与非人类之间的权力之争。卡隆和拉图尔试图把两者等同地当做是行为体(actants)。但是,当我们把激进的对称主义置于现存的关于科学之争的语境中时,我们发现它扼要概括了大量的传统观点。[12]

现在,甚至位于社会学家世界中的大多数科学对象都得到了很好的确立。为了达到分析与实践的目的,用不同于科学家所用的那些术语来谈论这些对象不再具有意义,这是真的。例如,我(分析家)和在《改变秩序》中描述的两个有趣事件中的主要行动者(主角)韦伯与巴克斯特都没有把伏特计上的输出量当做是“社会建构的”。原则上,在这些案例研究中可能忽略了可挑战性(challengeability)。拉图尔在谈到这种事态时会说伏特计是被“黑箱化了”——没有人再关心伏特计的内部(和对应概念的“内部”)。某物一旦被“黑箱化”——用我的术语来说,就实现了终结——拉图尔就把它当做能够影响网络中的权力平衡的一种行为体。如果你手头有伏特计,

那么，你就能决定电压，而且，没有伏特计的人都不可能对你的测量提出异议。

然而关键问题是，如果这种争论，比如说是关于心灵致动的，那么，这类论证就是错误的。在超常现象中，实验者的脑海(mind)里(请原谅这是个双关语)不断地呈现出"调整 psi 的实验者效应"(psi-mediated experimenter effect)，而且，这使得伏特计的读数很难与科学家的意向分离开来。因此，在心灵致动科学的领域内，无须求助于一个相竞争的伏特计就能向一个伏特计提出挑战，从而表明，关于伏特计争论的终结程度是与语境相关的。更有甚者，这种争论时时处处都等待着被再次展开，局部的热点将预示着"冰淇淋"周围更多的融化。[13]当"结束争论"的语言能对付这个问题时———一个终止的论证总会再一次受到攻击——拉图尔式的黑箱化的人为事实建立了它自己的一种独立于语境的生活。独立于语境的生活的自然物，当然属于自然科学家的领地。正如拉图尔所提出的，理解这些自然物只不过是"在社会中听从科学家教导"。

拉图尔通过论证反驳说，听从科学家的教导大概保证了语境依赖性(context dependence)的程度：它包括成为研究科学的人文社会学的相对主义者，也包括成为实在论者。拉图尔可能会说，如果他"大致听从"心灵致动者(psychokineticists)的指导，他也会把伏特计看做是不可靠的，回到了《改变秩序》中所拥护的要求处理语境界限的准确度。但是，如果那样的话，黑箱性(black-boxedness)就不是一个事物的特性，也不能从一个语境转化到另一个语境(或者，就这件事而言，从一个时刻转化到另一个时刻)。分析的对象是*用法语境*中的事物。如果只有这种事物在它从一个时刻到另一个时刻的语境中才能为它指定行为体的地位，那么，在我们的脑海里一定总是认为，事物的权力是共同体授予它们的权力。这正是《改变秩序》的立场，而不是行为体-网络理论(actant-network theory)的立场。

相对主义与自反性

《改变秩序》没有在自反性的方向上作出让步——它试图通过对科学的人文社会学研究来改变关于科学的观念。这些研究本身是"科学的"，并且把科学推荐为是研究自然界的最佳方式。人们可能会感到这些断言是相冲突的。

赫西在对本书的评论中指出了这个困难。[14]她引用本书中的两句话进

行对比:"不是世界的规律性将其自身强加于我们的意识,而是我们建制化信念的规律性将自身强加于世界。"(p. 148)以及,"对它的所有可误性来说,科学是产生关于我们所拥有的自然界的知识的最好建制。"(p. 165)。赫西对这同一本书何以包含明显矛盾的两句话提出质疑。她提供的解答认为,在这些段落中"科学"的意思是:"我们称为科学的一种建制,它的产物是'关于自然界的知识'。由于社会约定与训练,科学的产物是我们的社会所同意的看待自然界的方式……"[15]

赫西的这种立场观是接近于正确的。《改变秩序》的断言是,科学的建制不是我们曾经认为的那样,而是假定我们希望或需要一种建制来处理我们所认为的"世界",这是我们具有的最好的建制。以同样的方式,既然《改变秩序》本身断言是描述了一个在主体间意义上看得见的社会世界,所以,它也应该采纳这些约定。

区间化

于是,《改变秩序》在搞科学(doing science)的同时重新考察了科学的本质。要不是这两种活动互不干扰的话,人们就需要把它们置于分开的区间。这是至关重要的自反性的见识。这种必要性来自科学知识社会学的主要结论:*科学的对象是通过掩盖它们的社会起源所获得的*(在《改变秩序》中表达为"距离产生美"的口号)。如果当时我希望获得一些新的科学对象——在这种情况下,某些对象属于社会科学,而且必须利用自然科学的建制——那么,我必须绝对地确定,我作为一名(社会)科学家在自己的实践中忽略了这些对象的社会起源,也促使我的读者保持了同样的无知。[16]科学——对适当的外在世界的研究——被指定为不做科学知识社会学为科学所做的这类事情。这一点不可能非常有说服力。希望在世界中发现(或有助于建构)新对象的那些科学知识社会学家,必须对此加以区间化。他们必须接受科学家的"自然态度",而且不把他们的方法应用于自身。[17]那些对区间化感到不安的人要么必须放弃科学知识社会学,要么摆脱他们当做"发现"的任何结论。

区间化(compartmentalisation)可能是对毫无条理的思想的一种原谅。如果没有好的理由,这是绝不应该被采纳的。然而,如果理由足够明确,就没有必要进一步道歉。耶尔利和我认为,在认识论的不同区间之间的"元改变"(meta-alternation)肯定会是件好事——我们把它与伯杰(Peter Ber-

ger)在不同的文化世界之间解除"改变"的概念作了比较。很多时候区间化不会引起自反性的焦虑:不同区间化只在社会建制的层次上发生冲突,而不是在个体层次上发生冲突。这好像是一个支持"忠诚的反对派"的政治系统。冲突发生在系统的层次上,但是,这只引起了这种个体的焦虑:他们认为有必要同时包含不只一种反对观点。这也只引起了这些(本质上是非相对主义者)思想家的极端忧虑:他们相信存在着一种唯一正确的政治态度。于是,科学知识社会学家能在从业者共同体的内部接受并促进自反性的张力。如果他人进行关于他们争论的研究,那么,他们应该是情愿的,但他们并不表示感谢。[18]

区间化始终不是一件易事。平奇、比克(Bijker)和拉图尔的论证认为,我在建制层次上所称的自反性有时确实坍缩为个体层次。这在技术系统的研究中是最明显的。技术家(technologist)的部分手艺制造出有用的产品,而且,这是一个人类科学的问题,也是技术能力的问题。将来总有一天,技术家和研究他们的社会学家会拥护完全一样的理论。对于技术家来说,社会学的洞见使设计决策充满活力。例如,市场统治在硬件设计中导致了对风险的反感。对于社会学家来说,同样的理论可能会与技术产品的对称性观点相联系。现在,如果社会学家希望整个技术系统是对称的——不是只来自卡片盒的东西——他们必须以像他们对待硬件一样的方式对待技术家的社会理论。因此,一个被认为是技术系统的一部分的社会理论不得不被看成既非真,也非假。但是,同样的理论在不同时期将被算做"真的"——这时,它是社会学家的职业世界的一部分。当"元改变"很复杂之时,就会出现这些情况。

科学行动

通过采纳来自瑟尔(John Searle)的《言语行为》(*Speech Acts*)的论证可以看到,分析的分离建制层次和个体层次的重要性。[19]瑟尔的书对道德需求的讨论是最著名的,并依赖于一个"承诺的"关键事例。他认为,如果它是这种情况,那么,某人说"我承诺……",他就承担了一种责任。这种论证取决于承诺建制的存在。没有责任,承诺的概念就完全没有意义。没有这种责任,承诺与非承诺的某件事就没有区别,这个词在这种语言中也没有特殊的含义。值得注意的是,即使当某人作出了一种无意遵守的承诺时,赋予这种言辞表达的意义的问题,在我们的生活方式中通常依附于承诺的责任。

如果没有这种责任，那么，违背了一个承诺与（比如说）违背了一个谎言一样可能。关于这一点，重要的差别位于与个体承诺行为相联系的偶然性之间，即建制的内在逻辑和作为整体的建制的评价之间。

> 对承诺的建制来说，我们需要在什么是内在的和什么是外在的之间作出区分。在承诺中，人们承担了做某事的责任，这是承诺概念的内在特征。但整个承诺机制是善还是恶，在承诺中承担的责任是否会被其他外在的考虑所推翻，这是外在于建制本身的问题……在我的描述中没有什么能使人们接受这样的保守观点：建制在逻辑的意义上是无懈可击的；或者，接受这样的观点：人们应该赞成或反对这种或那种建制。（*Speech Acts*, p. 189）

通常有人认为，科学知识社会学是攻击作为整体的科学的建制，其实不然。科学知识社会学谈到科学的建制只有一件事：它非常像其他的社会建制。这种对科学方法的再分析本身并没有使科学变成一种坏的建制。

我已经指出，科学作为一种机制是毫无意义的，除非它是通常的这种情况：在科学上的行为表现（acting scientifically）意味着看上去好像科学知识社会学非真。也就是说，一个人研究科学，必须看上去好像这个人正在与外界实在发生相互作用。这并不意味着每位科学家的每个行为在这方面都必须是有意向的，也不意味着与真实世界的相互作用不得不发生，更不意味着科学的建制是静态的。[20]它意味着，只要"科学"被接受为蕴含了与我们之外的世界的相互作用，可复制性之类就将是重要的，不管它们被科学知识社会学如何重塑。有理智的人一定喜欢把他们的科学（比如说，被当做与他们的巫术相对立）建立在好像（即能够成功地出现）对任何人都是不变的、可再生的基础上，而不是建立在似乎是多变的或奇异事件的个人报告或特异报告的基础上。[21]根据"定义"暂时能说这是真的，但是，我们必须记住这种逻辑强迫的表象是通过生活方式给予我们的。再次重申，除了它与其他建制的关系之外，在这个论证过程中没有什么能迫使任何一个人评价（value）作为整体的科学的建制，也没有什么能迫使任何一个人贬低（devalue）它。[22]

知识科学

无论在什么地方，只要科学触及其他的社会建制，《改变秩序》及其相

关的著作就有主要的结论。[23]然而，这不是它们唯一的含义。例如，《改变秩序》开始考察了技能实践的本性。存在着如此多的关于相对主义、自反性等的哲学争论，以至于在很大程度上仍然没有探索更直接发现的结果。

如果科学知识社会学家知道什么的话，那么，他们应该知道知识和技能。现有的不同学科，比如"认知科学"或"知识工程"，都是研究知识与技能。但是，它们都没有注意到这些论题的公有本性。[24]一门新的"知识科学"(knowledge science)将研究共同体知道什么，也研究知识被集体制造、维持、争论、转化和转移的方式。当维护了它自己在基本意义上的显著特征时，它将会对研究知识的其他学科作出贡献。能谈论的新问题是，在人类社会中知识能够如何和在哪里被转移，知识是能够在人类文化之间转移，还是从人类到非人类间转移，而且，在何种情况下，知识的哪些部分能够移动。

科学知识社会学能够指导我们远离和饶有趣味地到达形而上学的空间，但是，这些不会更多地影响到我们引导自己生活的方式。这门学科也指出了一个更具重要结果的方向。如果这段学术史曾经被合理地重构过，我希望，从基于此的文集——《改变秩序》和其他作者的同类著作中——将会看到已经具有了三种结果：改变我们研究和理解科学史、科学社会学和科学哲学的方式；改变科学与其他文化事业的相互关系；成为知识科学(science of knowledge)的基础。[25]

注　释

序言与致谢

1. 熟悉我工作的读者会看出本书中的许多论点与观念来自我先前发表的论文。不过，只有很少的几页是把以前发表的文章照抄过来的。比如，第 3 章的头几部分和第 4 章的好几节就是如此。另外，为了与本书的故事相符，我打乱和重写了熟悉的资料。感谢《科学的社会研究》杂志的编辑允许我从我的下列文章中复印了几页："TEA 装置"(Collins, 1974)、"TEA 激光"(Collins and Harrison, 1975)、"七种性别的儿子"(Collins, 1981c)，还要感谢《社会学》杂志的编辑允许我复印了"七种性别"(Collins, 1975)一文的几页。其他资料是作为未发表的会议论文出现的——在超心理学领域关于复制的最引人注目的一篇文章，现在已经糅进了第 2 章和第 5 章，关于校准功能的另外一些资料贯穿到第 4 章与第 5 章当中。第 1 章和第 6 章、附言、第 2 章的进路和第 3 章的大部分，几乎是全新的，因此也是整个论证的框架。本书所考虑的"实验者回归"的观念来自我早期的所有工作，但是以前并没有进行过充分详细的说明。

2. 本书中的实地考察报告大部分受到社会科学研究委员会(Social Science Research Council，现为 ESRC)的资助，小部分受到了纳菲尔德基金会(Nuffield Foundation)的资助。

第 1 章

1. 要了解归纳问题和某些尝试性的解答，参见 Black (1970)。

2. 巴恩斯(Barry Barnes, 1976)建议，能够在我们的归纳倾向中发现我们的"自然理性"。

3. 一种倾向性的观点认为，我们只把原因归于那些经常有规则地相关的东西，而不是那些可错的东西。这种思想根本行不通。这只考虑了那些最可靠的东西的某些方面，而且意识到它们是如何的无规律。例如，我们确定，明天太阳会升起，事实上，在英国，即使在白天，也是看不见太阳的次数比看见太阳的次数更多。为什么我还相信太阳就在云彩后面呢？

4. 这种观点是由温奇(Peter Winch)在这本书中提出的：*Idea of a Social Science* (1958)。

5. 古德曼的"新谜"(New Riddle)引起了大量的批评性讨论。第一个明显的反对意见是，"绿蓝色"根本不是一个适当的颜色术语，因为它包含了其他颜色术语所没有的参考时间，而我们的描述性术语不包含参考时间。其实这是相当错误的。例如，"常青树"

就包含了参考时间,"落叶树"也是如此。

古德曼对绿蓝色的时间内容的更巧妙的辩护,发明了与绿蓝色相反的另一个术语"蓝绿色"(bleen),即在"t"时刻之前是蓝色,之后是绿色。现在,假设在一个社会中,不知道有绿色和蓝色术语,而是经常谈到绿蓝和蓝绿术语。假设在这个社会中他们有绿宝石,当然,他们把绿宝石看成是绿蓝的。但是,假设这些绿宝石事实上像我们的绿宝石一样,以使当生活在绿蓝-蓝绿国土上的这些富裕居民有一天早上醒来后发现,与他们的预期相反,他们的绿宝石是绿的。他们当然会大吃一惊,但是,他们会相互说些什么呢?他们不会说:"我很惊讶,我的绿宝石仍然是绿色的",因为在他们的词汇中或概念体系中确实没有绿色这个术语。他们所说的是:"我很吃惊,我的绿宝石竟然在一夜之间从绿蓝色变成了蓝绿色。"在绿蓝-蓝绿的国土里,正是绿色这个术语要求有参考时间。为了把某种东西描述成是绿的,在这个绿蓝-蓝绿的国土里要求人们在时刻"t"之前称它是"绿蓝色,之后称它为蓝绿色"!这就是奇怪的绿颜色的意思。因此,绿蓝色并不因它包含有参考时间而是一个奇怪的术语;从另一种观点来看,绿蓝色不需要参考时间,反而绿色则需要有参考时间。那么,也正是在这方面,绿蓝色和绿色是对称的,正像根据我们把任何一方指定为绿宝石的颜色的证据是对称的那样。

6. 博尔赫斯(Jorge Luis Borges)在他的短篇小说《特隆、乌克巴尔、奥比斯·特蒂乌斯》(*Tlon*, *Uqbar*, *Orbis Tertius*, 1970)中描述了特隆这样一个没有物体的地方。这个世界的异端传说所关心的是,某一天丢失的一些硬币在另一天找到了。这个故事的异端部分意指,从逻辑上考虑,硬币以某种秘密的方式存在着,即根据人们的理解,在它们丢失的时间内,它们是隐藏着的——也就是说,没有被任何人看到。博尔赫斯指出,在特隆世界里——一个没有持久物体的世界——这个故事很难理解,因为"丢失"与"找到"这两个概念意味着相同物体的连续性。在特隆世界中的长住居民会嘲笑他们所能理解的这个故事。似乎对他们来说,好像某人断言,如果一个人有一天头痛,然后好转,另一个人第二天头痛,然后好转,而第三个人在第三天头痛,那么,正是这个相同的疼痛从一个人的头中传递到另一个人的头中!把连续性归因于看不见的硬币,就像把存在归因于看不见的疼痛一样。

7. 关于把语言与社会生活相混合的深刻讨论,参见 Winch (1958)。有一个众所周知的理论叫做"萨皮尔-沃夫假说"(Sapir-Whorf hypothesis),* 这个假说把语言与概念生活联系起来。标准事例是,因纽特人显然用许多不同的词来指"雪"。当他们从所住的圆顶屋里看外面我们所感觉到的纯白的景色时,他们看到的则是迷人的、非常详细的、甚至是可变的不同东西的混合。

---

* 在语言学中,萨皮尔-沃夫假说(SWH)表示在语法种类和人们了解的世界与行为之间存在系统关系,这个假说以语言学家和考古学家萨皮尔(Edward Sapir)和他的学生及同事沃夫(Benjamin Whorf)的名字命名。——译者

至少,从这种相对主义及其将科学与艺术看成是与认识论完全不同的一种文化事业的观点来看,古德曼在他的《制造世界的方式》(*Ways of Worldmaking*, 1978)一书中提出的观点类似于这里的人们所提出的观点。两者都是世界生成的方式。他断言,在这个世界里,对与错的问题是与进化传统中具有的实践是否一致的问题。超出人类制造的这个世界的范围,根本没有任何实在包含足够内容值得去“激烈争论”。

8. 兰德(Land)博士所做的颜色幻觉实验表明,把所感觉到的物体的颜色与物体发出的光波波长等同起来,完全是一种误导。然而,这并不影响我的论证。

9. 我所提到的正是维特根斯坦的后期工作,这些观念大部分来自他的《哲学研究》(*Philosophical Investigations*, 1953)。我采纳了温奇(1958)对维特根斯坦的观念的解释。一个非常好的介绍,参见 Bloor (1983)。

10. 算法是指完成一项任务的一组限定的指令。计算机程序员的工作是为计算机编写运算法则。

11. 巴斯卡(Bhaskar, 1975)把整个哲学建立在区分开放系统与封闭系统的基础上。不幸的是,他划分这两个系统的界限是错误的。他根据科学具备在封闭系统中提出理论的能力来说明科学的明显成功,这些是在实验室中的实验行为。他认为,实验环境能够得到控制,以使实验情境被有效地认为是封闭的。正如本书在第 3 章到第 6 章中所描述的实验实践将表明的,他把实验看成一个封闭系统是错误的。用实践的术语来说,所开发的计算机的内部运行机制或许最接近于我们拥有的封闭系统这个概念。这可能是因为计算机的内部运行机制非常类似于理论系统,而这些实际上只是封闭系统。

12. 现象学对社会学所产生的影响使人们把注意力转向了关注用不同方式看世界的可能性与现实性。我们正是意识到这些差别及其方法的意义,才提出了社会“科学”的科学(据认为是实证主义的)进路的主要问题。施皮格尔伯格(Spiegelberg, 1969)在他两卷本的现象学运动史中阐明了这些因素。从本书的目的来看,罗奇(Roche, 1973)的介绍是最清晰、最有用的。舒茨(Alfred Schutz, 1962, 1964)最有影响地阐述了社会学思想的哲学意义。伯杰和勒克曼(Berger and Luckmann, 1967)提供了理解社会学意义的科普读物。伯杰的小册子《社会学简介》(*Invitation to Sociology*, 1963)是用社会分析方法介绍现象学意义的一本极好的、令人满意的和意义深远的读物。

13. 现象学与维特根斯坦的观念之间是有联系的。“生活方式”的观念非常接近于“理所当然的实在”的观念。有许多评论揭示了这种相互关系,包括罗奇(1973)的评论在内。令人感兴趣的其他论述有:施佩希特(Specht, 1969)、范·普尔森(Van Peursen, 1959)、芒森(Munson, 1963)、泰勒和艾耶尔(Taylor and Ayer, 1959)以及吉尔(Gier, 1981)。

14. 库恩的观念是另一种资源,并且,以另一种方式揭示了这里所讨论的问题的意义。关于他的工作有很多阐述,无论如何,最初的著作(Kuhn, 1962)是最容易理解的。关于能否把双方围绕是否存在超常现象(paranormal phenomena)的争论理解成揭示了忠

实于不同范式的问题,参见 Collins and Pinch (1981, 1982)。

所谓“合理性的争论”(例如,Wilson, 1970)涉及理解陌生社会并把这个社会的概念翻译为我们的概念的哲学问题。这种争论是围绕人类学问题展开的。这种争论的奇怪特征是在许多作者中达成共识,这些作者为了学习对方的语言/文化,需要从本国人和陌生者共享的“桥接概念”(bridging concepts)出发进行研究。如果他们能够发现一些共同概念基础的领域,那么他们认为,其余的概念就能运用一种“拼板玩具”的原理组织在一起。用库恩的术语说,如果其他文化要素是完全不同的,或者说,是“不可通约的”,那么,人们绝对不会明白如何运用“桥接概念”解决问题。然而更奇怪的是,“桥接概念”模型是作为了解一种语言或一个概念框架的唯一方式提出来的。很显然,儿童并不通过这种方法学习他们的语言或概念框架,因为在他们刚出生时,他们根本没有作为他们自己与父母之间沟通桥梁的任何概念。显而易见,一定有一种学习方法,这种学习方法不包含“桥接概念”。翻译完全是另一个问题。关于对方法论和人类学问题的进一步讨论,参见 Collins (1979, 1983a, 1984a)和 Collins and Pinch (1982)。

15. EPOR 的三个阶段包括:(1) 证明解释实验证据的灵活性。(我认为,本书以经验为基础的几章,还有围绕实验者回归的所有论证,这些材料足以做到这一点。)(2) 表明围绕机制的无休止的争论实际上已经结束——也就是说,描述了终结机制(closure mechanisms)。(全书贯穿了许多关于终结机制的讨论,第 6 章试图进行更系统的概括性论述。)(3) 把终结机制与更广阔的社会和政治结构联系起来。(正如第 6 章所描述的那样,把核心层与更大的社会网络联系在一起的方式,提供了完成这项任务的一个框架。)

16. 这里所提供的进路完全不同于对这个问题的绝大多数哲学论述,不应该与这些论述相混淆。我认为,大多数哲学进路根本没有解决这个问题。哲学能最卓越地提出问题,但是,很少能成功地解决问题。这不是一种反哲学的情绪。起源于哲学的怀疑主义应该是每一个教学大纲的必备部分。

哲学进路试图从许多方面为归纳过程辩护。例如,一些人为了证明特殊情况下的推理是正当的,试图确立至高无上的原理,比如,未来总像过去一样。因此,问题就变成了证明至高无上的原理是正当的。

各种形式的概率论证是最广泛受欢迎的解答尝试之一。例如,能够证明,即使我们不能确定未来和过去一样,但是,它和过去一样的可能性比它和过去不一样的可能性大得多。这种论证的最简单形式意味着,看到一大群白天鹅,提出的陈述是:“所有的天鹅都是白的。”这个陈述即使是不可靠的,但至少是可能的。问题在于,正如波普尔(Popper)所论证的,既然我们已看到的甚至有可能看到的天鹅数量,只是天鹅的无穷集合中的一个无限小的子集,所以,不管我们看到多少只天鹅,提出这种陈述都不可能是正确的。因此,它不应该影响我们预期看到的下一只天鹅的颜色。不管我们曾经看到多少次,我们都不知道我们所看到的东西是否符合一条规律,或者说,是否对应于轮盘赌转

盘上旋转的一种颜色。

换言之,即使我们能把所观察到的天鹅都集合起来,而且,事实也表明了天鹅颜色的长远趋势,但是,我们还是没有办法知道这一点。更有甚者,我们的生命是短暂的,我们必须作出近期决定。因此,既然我们看到的下一组天鹅可能代表了相对突然的变异,我们就没有根据作出直接的预期。即使我们知道在非常长的时期内不同颜色天鹅的比例趋于一个有限数,但这也是正确的。在这种生活中,我们所关心的正是下一只天鹅。

另一种概率论证是假设我们的判断具有"连贯性"。这条进路把打赌的行为看成一种隐喻。有人建议,"理性的"赌徒知道他或她可能会输时,决不会下赌注。这种下赌注的安排,即不接受哪一个更合理的安排,就是著名"荷兰赌"(Dutch Book)。假设理性的行动者避开"荷兰赌",那么,他们就能在某种程度上谈论他们关于未来信念的意向。也就是说,如果把这些信念以某种方式集合在一起,它们一定是以这样一种方式相互关联起来以避免确定的"损失"。

然而,这并没有得到更进一步的论证。正如赫西(1974)所指出的,即使它能起作用,它也对任何一个特殊的初始信念说不出什么,只是指出了能把信念相互联系在一起的限定范围。因此,它允许我们从某些荒谬的反归纳倾向出发。例如,在投掷硬币的实验中,只要我们能给出相对应的另一种结果出现的概率,我们就知道这个实验是公平的,但是,这并不阻止我们给出实验的一种特殊结果出现的概率是 1000:1。事实上,我们比这种观点更加确信"归纳"信息。

无论如何,人们不会只参考他们对所有其他相关情形的偏好,对特殊事例作出自己的决定。不可能这样做,是因为把我们概念网络中的细节与另一个概念网络中的细节联系起来是相当复杂的。即使能够掌握和认同这样的复杂性,即使这些复杂性能够成为概率的复杂计算的基础,它们仍然不能避开我们的归纳倾向性的传统基础。可能有更适当的概率进路[参见 Hesse (1974)的讨论],但我认为,它们不可能反映出我们真实生活中的归纳行为。

研究者在计算机的"专家系统"或知识工程领域内所做的实验,提供了对这种观点的一种有趣的间接说明。一些专家决策模型取决于这样的概率结构,但是,"知识工程师"发现,说服人类专家为他们提供各种事件发生的简单概率几乎是不可能的,因为他们需要储备他们的信息基础。用概率的术语来说,人类恰好没有以自然的方式思考问题。

17. 在设法描述变化过程(特别是革命)时,库恩(1962)是一个罕见的例外。

18. 在这些哲学领域内说明变化的困难,似乎源于用概念生活的术语对人类行为的说明。好像因果之箭总是以同一种方式闪过。在这方面,温奇(1958)的著作受到了正确的批评——例如,受到盖尔纳(Gellner, 1974)和布鲁尔(1973)的批评。

温奇所做的工作是,运用维特根斯坦的观念论证社会生活与概念生活的同一性——社会关系是逻辑关系的具体表现,而逻辑关系是相应的社会关系的理论抽象。

然而,这向人们提供了从社会生活中的变化到概念生活中的变化的非常正确的论证。实际上,这两者是相互关联的。在论证完全从概念生活转变到社会生活的地方,根本找不到没有任何变化的动力。一个稳定的概念体系究竟为什么会发生改变呢?温奇所提供的大量论证表明,在不出现任何"非理性"的前提下,如何能使在我们看来是别人概念体系中的荒谬部分相当容易地与一个一致性的框架相符合。这样,概念框架不会自发地出现问题,也不会自动地表现出矛盾。如果我们要理解变化,就必须接受下列观点:人们希望发生变化的理由来自封闭的概念体系之外。

库恩是近年来力图认真地研究概念变化的唯一的科学哲学家。但是,他的努力并不是完全成功的,因为他很少强调社会因素对科学革命所起的决定性作用。在他的著作中"反常"(anomaly)概念很模糊,这是显而易见的。一方面,变化至少在某种程度上似乎是由反常的增加所导致的——这些反常必须能激怒科学家。但是,另一方面,称某种现象是一种反常,正是忽略这种现象的一种策略——好像这使它远离了争论,以便在表面上坚持范式的一致性。于是,我们拥有一个不能令人满意的想法:把从令人信任的事情中发展出来的让人讨厌的部分,作为科学革命发生的部分条件。显而易见,我们需要更多的条件。什么时候以及为什么令人信任的事情会变成让人讨厌的事情呢?反常概念本身无法说明这一点。

19. 关于这些观念与同代的和密切相关的其他作者之间的关系,参见方法论的附录。

20. 布兰尼根(Brannigan)在《科学发现的社会基础》(*The Social Basis of Scientific Discoveries*, 1981)一书中指出,发现的关键特征是贴上"发现"的标签,而不是任意一组活动或观察。正如他所指出的,对于除发现者之外的任何一个人来说,同样的一组观察和活动,重复进行第二次或第三次,都不再构成一种发现。

21. 在这种意义上,社会学家朱克曼(Harriet Zuckerman, 1977)相当正确地断言,可复制性是科学价值系统的基石。但是,必须记住,在根本意义上,这是一个理论观念,而且,在她的思维方式中,对可复制性的检验不可能成为区分欺骗、作弊和愚弄行为的一种方法。复制很少能表明这一点,但是,更深刻的观点是复制的循环本性。本书将在后面几章说明这个问题。

22. 语音识别器的例子比(比如说)语言翻译器的例子简单得多,语言翻译器不得不处理一组更细微的模糊话语。然而,我们将会看到,如果让机器模仿人类的能力,那么,完成所有这样的任务似乎要求机器共享人类的文化。德赖弗斯(Hubert Dreyfus, 1979)在他撰写的《计算机不能做什么》(*What Computers Can't Do*)一书中说明了这一切。尽管这本书的标题很"通俗",但是,德赖弗斯的论证却很复杂,而且植根于现象学和维特根斯坦的思想当中。他论证说,如果把计算机从它们当前有限的符号环境中迁移到无限的现实世界中,那么,程序员必须解决根据胡塞尔(Edmund Husserl)的现象学纲领所提出的哲学问题——为完成一项任务付出了两千年的哲学努力(以不同的名义)

都没有取得很大的进步。

德赖弗斯的论证受到了人们的批评。大体上,这些批评似乎表现出:凡是他说无法做到的事情,结果几年后都做到了——然后,他说,这实际上不是一个适当的检验。大多数批评家似乎既不理解也没能抓住根本的哲学要点。关于这些批评,参见 McCorduck (1979)和 Boden (1977)。

第 2 章

1. 波普尔是众所周知的主要的"反归纳主义者"。他颇有影响力的哲学基础是,把通过反复观察其结果"不可能"验证一个理论的过程,与只根据一个事例就能证伪这个理论区分开来。例如,无论看到多少只白天鹅,都不可能证明"所有的天鹅都是白的"这个理论,但是,只要看到一只黑天鹅,就会否证这个理论。

尽管波普尔的哲学有不可阻挡的感染力,但是,它还是广泛地受到了许多有价值的批评。现在,我们只需注意到,除非我们从少数合理的理论开始,否则,证伪的过程不可能使我们获得关于世界的任何知识。如果我们从无数可能的理论开始,那么,证伪其中的某些理论将不会使我们觉得更接近真理。这样,波普尔没有避开归纳问题。归纳过程首先提供给我们的,一定是少数合理的理论。

2. 罗森塔尔所做的实验是,告诉不同小组的实验者,他们正在做的同样的实验预计会有不同的结果。他们各自的结果与他们预期的方向相符合。

3. 应该注意到,这些引文中讨论的大多数最容易复制的结果,即索尔的结果,现在是完全不可信的。似乎索尔是在骗人。

4. 富兰克林(Franklin)和豪森(Howson)近期发表的一篇文章(1984)被作为本章这部分的出发点。也参见我的答复(Collins, 1984b)。

5. 这显然是根据预期效应的思想得出的。

6. 实际上,谁能算是"适当的"实验者是随着领域的不同而变化的。在"初级"领域内,比如植物感知(在第 5 章讨论),硕士研究生的工作甚至高中生的工作都可能被引证为提供了这样或那样的合理证据,尽管在权威的科学领域内从来没有认真地考虑过上述工作。同样,电视台的工作人员经常亲自对初级科学领域内的主要实验或理论作出评论。

7. 拉卡托斯的工作很有魅力。他表明,波普尔(见注释 1)提出的验证与证伪之间的不对称性,远不及它表现的那样界限分明。已知看上去是可证伪的一个假说,一位坚定的支持者总能提出亚假说(sub-hypothesis)来拯救这种现象。再一次以"所有的天鹅都是白的"这个理论为例。假如看到一只黑天鹅,这并不一定就证伪了该理论,因为支持者会认为,天鹅是被涂成黑色的,或者它实际上根本不是天鹅。

拉卡托斯在他最著名的研究中(1976)重建了欧拉定理(Euler's theorem)——关于多面体的边数与顶点的个数之间关系的一个定理——的历史。他把这一历史重写为希

望支持欧拉断言的关系的那些人与想要反驳这种关系的那些人之间的争论史。在面对明显的反证时，人们会提出支持一个假说的策略，而且标明各种可能的措施。例如，希望拯救欧拉假说的那些人会把不遵守欧拉关系的各种奇形怪状的多面体当做"怪物"排除掉，拉卡托斯称之为"怪物排除"（monsterbarring）。

我们这里所参考的拉卡托斯的观点是不太成功的肯定派（例如，参见 Lakatos, 1979）。这里，他企图区分出合理的拯救假说与不合理的拯救假说。他把研究纲领划分为一个"硬核"和一个较温和的外围，并且建议，科学家可以合理地牺牲外围的元素，但是，禁止牺牲纲领的硬核，或者禁止牺牲纲领本身。尽管从直观地看这是很吸引人的——那就是我在复制的分析理论中采取了相似措施的原因所在——但是，它并不管用，因为在科学家中间找不到把什么当做内核和外围的一致性感知。人们只是根据有利的后见之明才能看出什么重要，什么不重要。

8. 在科学与伪科学之间画出界线的准确立场，是一个敏感问题。特别成问题的是，在图 2.1 中所画出的垂直线可能画得有点偏右了。事实上，当怀疑正统科学提供的确证力很小时，"怪异"科学所提供的确证力几乎为零。

在我后面几章将要研究的围绕探测引力辐射之争的案例中，一位以色列科学家萨德（Dror Sadeh）宣称在地震中探测到了引力波的影响。（其他科学家使用了人工天线。）然而，萨德的结果几乎没有确证力，尽管他是一位运用尖端实验技术的可信任的物理学家。其他科学家觉得他的工作是可疑的，他们认为，他以前作出的断言是错误的，而且，是用有噪声干扰的探测器观察地球发出的难以捕获的波。我在后面几章将论证，关键点是，科学家在承认适当实验的适当结果的本性之前，无法就实验的有效力达成共识。

9. 罗森塔尔（1966）对确证力与社会亲近度（social proximity）之间的相互关系特别感兴趣。

10. 这是对我（Collins, 1976）首先提出的一种观念的修订版本。第二层次是新加的。在较早的版本中，把"层次"说成"阶段"，但是，为了避免与我在"相对主义的经验纲领中的阶段"（1981b）里的阶段相混淆，我把它们重新取名为"层次"。布劳德（Stephen Braude, 1980）在他关于超心理学哲学的有趣著作中，采纳了原有框架（在此致谢），以之作为其中一章的基础。

11. 一位超心理学的坚定批评者汉塞尔（C. E. M. Hansel）教授对我说，他从不相信他不能亲自复制的任何发现。这就把社会认知的区分原则推向了一个异常的极端。非常糟糕的是，这被应用于作为整体的科学。设想一下，每一位物理学家都要求允许他或她复制每一个发现。

12. 在超心理学中，大多数科学家开始相信作为某人经验结果的现象，或者作为其他人的个人经验结果的现象，这可能是真的，所有这些现象加起来称为"自发现象"。不过，对这种难以定义的确认实验的追求仍然充满活力。

13. 实际上，超心理学家已经回答了这种批评。他们认为，对他们实验的合计的肯定统计是如此之高，以至于即使自史前时代以来，世界上所有的科学家都把他们的全部精力投入做否定实验，在他们的档案柜中，他们还是没有足够的否定实验与所报道的成功实验相抗衡（例如，参见 Tart, 1973）。这并不影响这里所讨论的原则性要点。不管怎样，现在超心理学家在记录每一个实验操作时都非常谨慎，甚至还报道否定的实验结果，以排除批评。我自己的观点是，这些谨慎是夸张的。在实验证伪的问题上所需要的正是公共教育。

14. 这里插入了一个没必要的复杂因素，因为罗森塔尔不相信实验设计的预期效应，潜心于努力寻找预期效应本身。请忽视这种复杂因素。

15. 鉴于多种原因，我坚信罗森塔尔的预期效应工作是正确的。然而我认为，他对这种效应的合计论证是不可信的。

16. 例如，参见贝洛夫（Beloff, 1982）。在超心理学中，存在着另一个有趣的问题。在统计实验中——在这个实验中，受试者猜测纸牌上一连串看不见的符号——如果纯粹的随机因素是可靠的，会很容易预计应该猜中的数目是多少。例如，如果有 5 个不同的符号，受试者最后猜中的可能性是五分之一。成功实验的通常目的和结果是，受试者明确地猜中的可能性远大于五分之一。

然而，有时受试者猜中的可能性远小于五分之一，根据偶然性的规律，这种结果同样是不可能的。如何评价这样一种结果呢？它究竟是一个否定的结果，还是超常地传达猜错结果的一个成功案例呢？答案是很重要的，因为成功猜中的实验和成功猜错的实验，要么构成两个成功实验，要么恰好构成无效的结果！通常通过事先阐述实验目的来避免这个问题，但是，已知实验是精密的，这就不是一个完全令人满意的事态。

17. 关于在心理学中运用统计基本原理的一个极其吸引人的讨论，参见亨克尔和莫里森（Henkel and Morrison, 1970）。对提出的某些统计测试的精致说明参见麦肯齐（MacKenzie, 1981），这些统计测试揭示了提出测量方案的那些人的兴趣所在，也揭示了对最终采纳的规则作出有效决定的方式。

18. 他们的目的与其他哲学家的目的形成了对比，这些哲学家承认，阐明人类行为规则的企图只会带来困惑。

19. 我们为了把故事讲完，可能把“人工智能专家”的创造看成老鼠的一种尝试，这种尝试的目的是使地球上的计算机发现自身哪里出了问题，为什么运行得如此缓慢和不可靠。我们可以设想，尝试的第一层次是在程序中提出心理学部分来努力发现个别零件中的错误。尝试的第二层次可以设想为提出哲学部分来努力解决分析层次上的问题。尝试的第三层次是关于以实验为基础的解决方案的尝试，在此，人类设法建造他们自己的地球上的计算机模型——人工智能。我认为，真正的理解有待于社会学部分的提出。

第3章

1. 下面有三个案例研究。如果要使案例研究得出的结论具有“普遍性”，那么，这些案例研究必须具有“代表性”。这些案例研究的普遍结论将适用于作为整体的科学，进而，适用于作为整体的文化。关于这些研究的适当性的辩护和现场研究的描述参见“方法论附录”。

2. 设备成本在500～2000英镑之间，大部分花费在反射镜和辅助设备上，例如，在任何一个激光实验室都可以找到的示波器和检波器。

3. 1971年，在最初关于激光器的这些研究中，这个方案不是被设想为复制研究，而是知识转移的研究。关于更深入的讨论参见“方法论附录”。

4. 我运用“滚雪球办法”发现了这些实验室：我在每一个地方寻找其他建造TEA激光器的实验室的名字。我参观了这些实验室，在每一个现场访问了一个或多个建造激光器的科学家。

5. 波兰尼写出了如下关于意会知识的看法：

> 科学是由科学家的技能操纵的，正是通过技能训练，他才形成了自己的科学知识。
>
> ……熟练操作的目的是通过遵守一组规则达到的，对于遵循这组规则的人来说，这样的规则是未知的。
>
> ……从我对物理学家、工程师和自行车制造商的咨询中得出的结论是，骑自行车的人通常不知道保持平衡所遵循的规则（还有更多）。
>
> 无法描述细节的一种艺术，不可能通过规定的指令来传播，因为对它而言，不存在任何规定的指令。它只能通过师傅向徒弟的示范来传播。这限制了私人交往的传播范围。（1958，pp.52－53）

即使术语有用，结果也相似，但是，完全把维特根斯坦的思想与波兰尼的意会知识的现象学观念等同起来，还是有危险的。这种阐述可能容易令人误解，它往往意味着，知识不能被形式化的唯一理由是因为有些东西被隐藏了起来。意会知识可能被转化为信息，这似乎意味着仍然是时间和无知阻止我们这样做。科学的发展似乎确实会影响到对过去理解模糊的问题的阐明程度，这是真的。必须记住的是，基本模型是“生活方式”，而且，如果以为通过足够多的定义来达到目的就能消除意会知识，这种想法是不正确的。

另一个危险是，波兰尼似乎比我们希望的更进一步地接受了意会知识的观念。例如，他相信解决科学问题的方案是由科学家依靠他们的意会知识莫明其妙地预计到的。这里面可能有些真理，显然在这方面，我们解决下棋等问题依靠的是我们对问题语境的理解能力而不是清晰表述它，但波兰尼的措辞似乎还隐含了更多的意思（例如，参见Polanyi，1966，pp.21－22）。

尽管意会知识包括了不受欢迎的内涵，但是，继续使用这个术语的理由是，没有别的方法来指明我们依靠参与一种生活方式而知道的事情，也没有别的方法来指明人们从非参与者变成参与者时所学到的东西。维特根斯坦的模型，以及现象学的模型，是在一个不变化的、不发展的世界中提出的（参见第1章）。

雷弗茨（Ravertz, 1971）接近于波兰尼强调科学工作的技术方面。他把科学活动描述为具有一种"独特"性质，一种操作智能建构客体的特殊技能（p. 146）。这致使他强调科学方法中的技艺部分，强调不明危险的普遍性，强调科学评价中适当性标准的不确定性，以及强调科学交流部分中的人际间的关系本性。

困难在于，雷弗茨把科学发现看成"客观的"决定，往往掩盖了他的学术著作的社会学意义。他的论证通常以令人惊讶的、表面上不一致的方式予以修正（例如，参见p. 178和p. 147）。

6. 在这个系里，没有一台示波器能够处理35 000伏的电压，所以我们决定用一个"高压探针"检测变压器的输出，这应该再一次使电压降低为原来的千分之一。这样一种耗时测试的最后结果，涉及一些设备（"庞然大物"的火花电源、变压器、高压探针和示波器），是不能完全相信的结论，变压器增加了10倍而不是100倍。

为了检验我们自己的测量过程，H决定用相同方法检测相同的变压器。这产生了相同的结果！这样看来，好像测量过程在某些地方发生了增加10倍的故障，但我们并不明白作何解释。另外一种选择是，两台变压器在出厂时就发生了增加10倍的故障，但制造商只生产这种型号的变压器，所以供应有故障的元件是不太可能的。在我看来，变压器的再一次测试是在一个小脉冲发生器提供少量电压的较低输入下进行的。在进行这种测试时，它们似乎一直运行，而且，电压增加了100倍。然后，为了检测我们最初的测量，我们设法检测"庞然大物"的变压器的输出。然而在这里，我们遇到了大问题，因为如果不发生弧光问题，我们就不能调节电压。最终，整个一系列的测试都是没有说服力的，我们也面临着不确定性：所提供的两个变压器是否都在低压下（而不是高压下）才能正常运行，或者，是否我们的测试技术或测试仪器（比如，电压探针）有问题。至于所测试的激光器，只有它的每个元件都运转时，它才是一台完整的设备。不幸的是，在这种情况下，因为"庞然大物"的火花脉冲发生器和火花隙的参量不同，所以这个变压器不适合安装在"庞然大物"上。

第4章

1. 这些研究的批评者似乎没有直接地面对实验者的回归。有些人[例如，马尔凯（Mulkay）、波特（Potter）和耶尔利（Yearley），1983]没有能力在数据之林中识别出争论之木。有些人[例如，劳丹（Laudan），1982]总是抱怨推论的平淡性。

2. 有趣的是，这个水准是2.6个标准偏差。这在社会科学中算做高水准，但在物理学领域内似乎不算充分。读者可能想到，从第2章起，选择统计意义的适当水准，要求

祈求神秘的啮齿类动物的规则。

3. 产生"正确"结果,只是能胜任的归因的一个必要条件,不是充分条件。只要科学家还有其他否定结果可求助,即使当其同事的结果符合他们自己的意向时,他们也会随意评价他们的同事。一个类似的现象将在第5章介绍,在第6章进行讨论。

4. 让我快速补充一个完全无私的、可敬的和客观的动机,因为这位批评家确信韦伯是错误的。作为一位困难领域的实验者,他的理由是从物理理论和他杰出的丰富经验中获得的。

5. 在1978年一个特定AAAS的谈话中,索恩(Kip Thorne)把这种思考当做"物理学家所珍爱的信念"。这些当然不是任意的信念。这些信念之所以受到珍爱,是因为放弃其中的任何一个信念,就伴随着放弃了在物理学家的概念网络中证明更加成功的东西。这一点将在第6章中作更深入的探讨。

6. 命题九的一个重要的推论是,通过他们对所研究现象的本质的较好掌握说明不了这类争论的哪一方会成功。正是这一点是通过争论本身所发现的(确定的)(Farley and Geison, 1974; Roll-Hansen, 1984)。

7. 以同样的方式,可以考虑罗森塔尔的"复制说明"系统(见第2章)。尽管他的公然意图是只增加结果,不考虑结果的来源,但是,罗森塔尔还是不得不求助于对实验质量的衡量。例如,他做的计算尤其取决于指导博士学位论文的工作,还取决于研究最大限度地减少欺骗和失误所包含的特殊控制。不考虑这些类型的实验质量(通常不认为学生的工作是最好的),关键是简单地总计实验根本不会谈到回归。这只不过是忽略了质量问题,而且不是一个令人满意的解答。

8. 一位回应者的评论表明,这只是一个不可信的问题,不是技术的不可能性。他说:

> ……在某种意义上,存在着一种逻辑可能性,那就是引力波的行为表现一点儿都不像我们想象的那样,整个理论全是废话,它们有一些怪异特性。通过某种奇异的运气,韦伯刚好偶然建造了一台探测器,用某种方法,以某种神秘的方式,获得了引力波……

第5章

1. 总体上,超心理学是一个边缘领域,至今,即使是如同巴克斯特这一级别的超心理学家也受到了广泛的质疑。《超心理学杂志》(由已故的莱因创办)有这样一种名声:拒绝刊登在超心理学实验中主张否定结果的文章。然而,它刊登了约翰逊(1972)在复制巴克斯特实验时得到否定结果的描述。更有甚者,莱因在该刊的编者按中嘲笑了巴克斯特(Rhine, 1971)。也许,正是超心理学家在巅峰时期也过分担心他们这一学科的合法性(Collins and Pinch, 1979),以至于他们发现,在植物王国里超常的敏感性理念多

得令人难以赞同。

还有,巴克斯特甚至不是一位大学里的科学家。他在测谎领域内是一个充满热情的具有专业知识的外行。有人会说,巴克斯特是一位边缘人中的边缘人。

2. 许多科学哲学家似乎忽略了这样的方面:哲学上产生的行为范畴改变了它们在不同概念框架中的运用。例如,波普尔宣布某些假说是“非科学”的,因为它们的拥护者不断地保护它们免于明显的证伪。这被当做使它们成为“不可证伪的”(unfalsiable)。波普尔的划界标准在于无法弄清,从一种观点来看似乎特别的东西,从另一种观点来看似乎是对实验专业知识(甚至是高级的专业知识,Lakatos,1970)的杰出证明。假设韦伯已经确定存在着引力辐射,那他为自己实验的辩护现在就不会看成反常地特设的,而是更可能被看成继伽利略(Galileo)之后那样的一位英雄。

从一开始,超心理学家就具有对他们极其不利的可能性,然而,借助于一些想象应该会弄清楚:在接受超常现象的世界里,没有迹象表明巴克斯特和贝洛夫建立的相似的防御策略是令人绝望的策略(正如某些读者倾向于对他们想象的那样),而是揭示出它们是对实验的技术性的一种睿智而适当的掌握。

第6章

1. 巴恩斯不希望说某种东西类似于网络中的联系,这是不明确的。布鲁尔(1983)对维特根斯坦的解读与这里的论证非常一致。

2. 但是,这不完全是一个幻想的例子。考虑一下,南非人根据什么给有色人种分等级。对白人和南非的有色人种的区分,取决于在世界的其他地方不可用的概念。再考虑一下,纳粹德国创造了犹太人和雅利安人之间的细分。在某种程度上导致数百万人死亡的原因,是因为所确定的一个概念区分使得一个民族人口的子集区别于他们的同代人。当丹麦被纳粹占领后,当地居民(在国王领导下)用一种非常直接的方式“抵制”运用“犹太人”这个概念。当命令犹太人在他们的衣服上缝上黄色五角星作为区分标志时,其余的人口也在他们的衣服上缝上了黄色五角星。因此,黄色五角星不能成为犹太人概念的知觉对应物。

3. 抵制科学发现的观念并不是新的。参见巴伯(Barber, 1961)早期出色的讨论。

4. 迈尔斯(Myers)最近完成了两项研究,这两项研究举例说明了下面将要讨论的某些要点。第一个案例研究了生物学家向出版物投稿。他们被迫越来越少地陈述他们的原创性观念,因为他们要对审稿人的批评意见作出回应。为了使文章得以发表,生物学家必须使文章读起来像是更加延续了生物学的传统,也比他们最初认为的文章内容更少了创新。在同样吸引人的第二个案例研究中,迈尔斯表明,相似的压力迫使生物学家不断地调整资助申请以回应外界的评论。似乎太有创新的资助申请得不到基金的资助(参见 Myers, 1985a and b)。

关于作为一种市场交易训练的科学的有趣讨论,可参见 Peter and Olson (1983)。

由于巴斯德(Pasteur)开发了治疗炭疽热的疫苗,所以,关于巴斯德对交替使用农场概念与实验室概念而斗争的吸引人的描述可参见 Latour (1983)。

5. 皮克林在这同一个领域的另外两个案例研究中也使用了这类说明(1980, 1981b, 1984)。这些是围绕物质的基本构件的本性——粲与色——的理论分析进行的争论,以及围绕是否存在另一个难以捉摸的粒子——自由夸克——展开的争论。在这两个案例中,他再次通过与科学共同体中的既定小组形成的共识,说明了争论的结束。在这两个案例中,情境(situation)"逻辑"允许激进的论证更长时间地保持了问题的开放性。

皮克林非常正确地强调说,这些争论发生的语境可以是变化的,因此,对语境稳定性的偏好不能完全说明知识的建构。他建议说,寻找语境理解的适当领域是在一门学科的"理论概念"内部。确实有某种真理,在这里,如果他把具体的概念解释为形成的理论概念,那么,本书自始至终是在这个意义上运用真理这个概念的——感知的条理化植根于社会建制当中,无论所感知到的东西是夸克还是绿宝石。如果他特指物理学理论,那么,他的观念就太局限了。通过在实验的意义上操纵真理和通过把真理理论化,一同或更能形成构成科学世界的概念。

6. 围绕探测太阳中微子的困难和争论本身的故事,是一个迷人的故事(Pinch, 1981 和即将发表的文章),但是,我在这里将只考察平奇(1985)的处理方法。

7. 确实,在当代科学的经验研究中,一个最新趋势是越来越关注实验室生活的细节和微观方面(例如,参见 Knorr-Cetina, 1981, 1983; Lynch et al, 1983)。虽然这些研究是令人感兴趣的,但是,他们狭窄的领域定位使他们很难考虑到合法知识的宽广的社会基础(除了参见 Knorr-Cetina and Cicourel, 1981 之外,还参见 Collins, 1983c)。有趣的是,实验室研究的先驱之一拉图尔(例如,参见 Latour and Woolgar, 1979)竭力证明实验室与更广泛的社会之间的联系,但是,对于在巴斯德著作中的一段历史插曲来说,他已经做到了这一点(Latour, 1983)。

缺乏对当代纯科学进行相似研究,这种推测很有趣。可能是科学建制变得更加自主,所以,科学与更广泛的社会之间的社会网络现在是少有的。我认为,在最新近的科学史中这更可能是一个"见树不见林"的问题。

当然,存在着对近代应用科学与社会兴趣之间相互关系的许多有趣的研究。例如,参见 Studer and Chubin, 1980; Robbins and Johnston, 1976; Gillespie, Eva and Johnston 1979; Nowotny, 1977; Mazur, 1981; Nelkin, 1975, 1978, 1979; Petersen and Markle, 1979; Markle and Petersen, 1980。然而,从这些研究中很难获得我在本书中希望达到的很一般的观点,因为科学的人文社会学研究(science studies)带有明显的政治含义,总是能够被看成是歪曲的"特例"(Chubin, 1982; Collins, 1982a)。在某种程度上,这当然同样适用于历史研究。

8. 核心层很可能是小规模的,其范围也许从两位科学家到 50 位科学家。关于这个概念的进一步讨论,参见 Collins (1981e)。

一个“理想”的核心层的成员间的相互作用如下图所示：

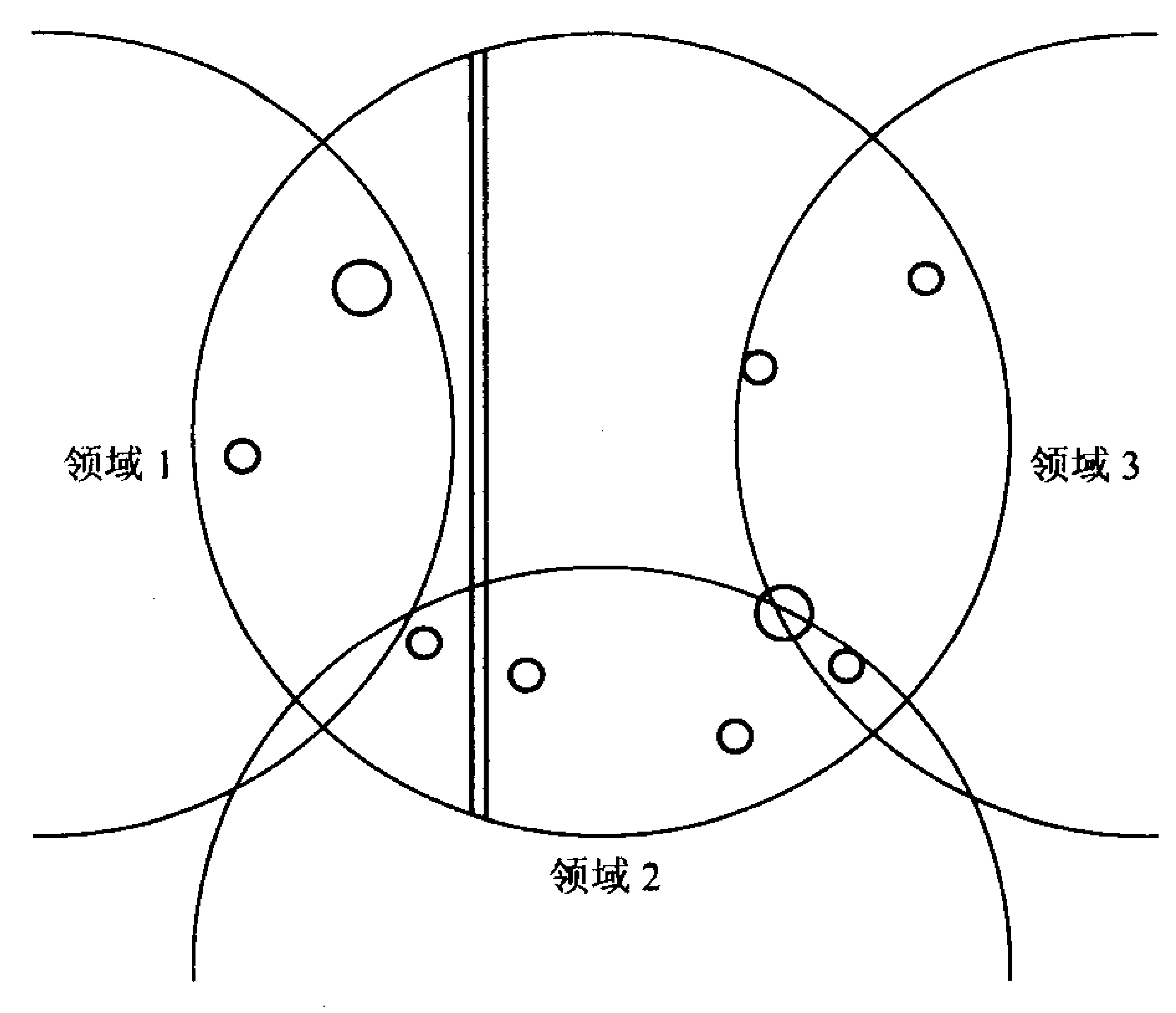


图 a 在科学的不同领域中核心层成员的可能划分方式

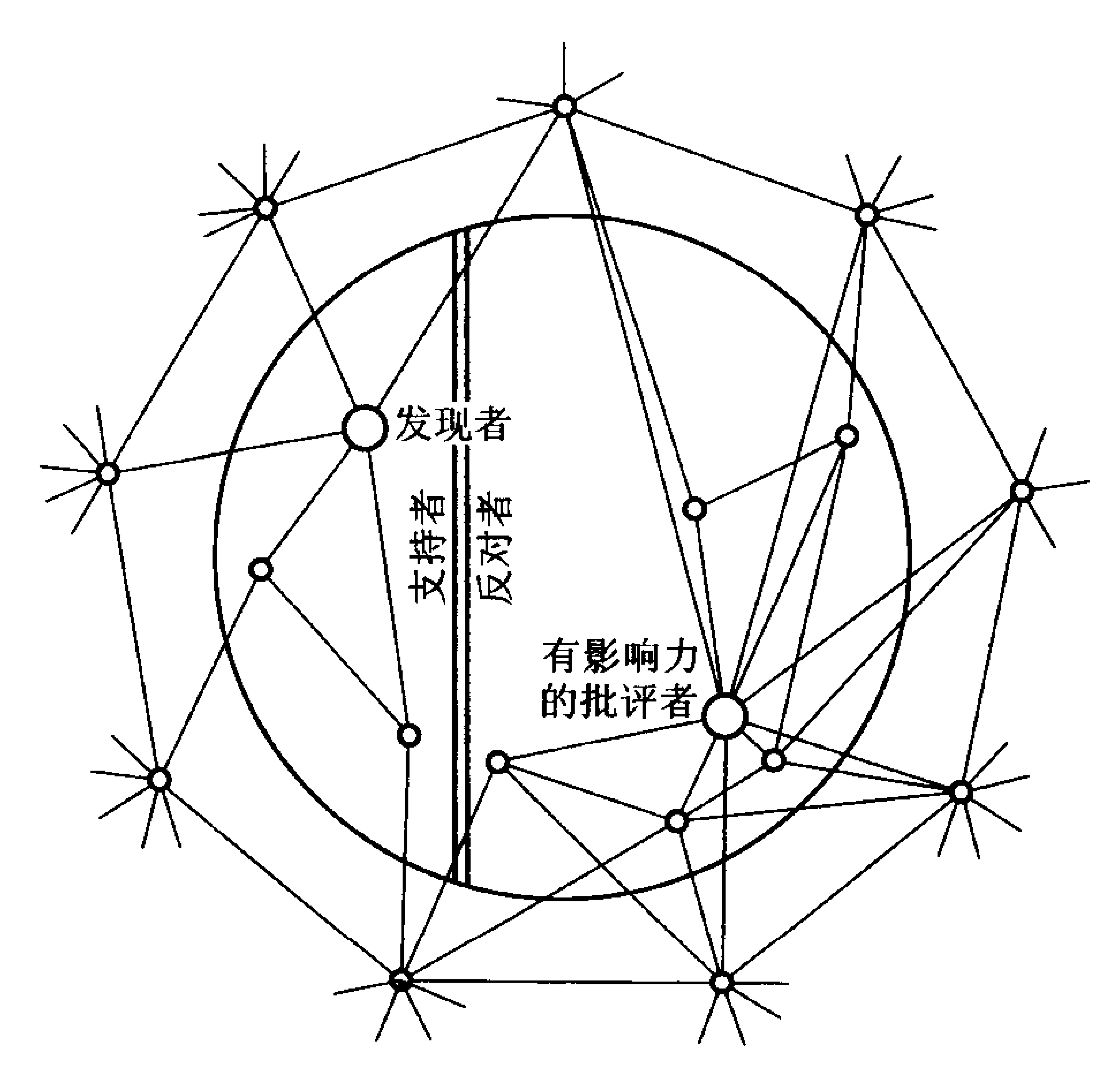


图 b 科学网络中“理想化”的核心层

注意：在支持者与批评者之间缺乏直接关系。

9. 弗莱克(Ludwik Fleck)提出了相似的观点(1979, p. 113)。

拉图尔和伍尔加(Woolgar)(1979)谈到了一种观念离开它的创造中心成为现实的方式。他们称之为“划分”(splitting)。当新的现象——在他们对一种新药的研究中——从最初构成它的活动和著作的集合中被划分出来时,它的具体化的形式会与过去采用的形式相一致。结果证明,所有那些工作都是为研制新药而展开的。在这种药还没有生产出来之前,或者如果这种药完全生产不出来,那么,把作为“同一门”科学一部分的所有那些实验室活动联系在一起是毫无意义的。

即使对于参与者本身来说,确定性的突然而灾难性的具体化给人一个非常可疑的关于争论的追溯性描述,这正像一些历史学家所引证的那样。其中某些说明给人留下的印象是,事实在许多场合会“为自己辩护”。

10. 不确定性越大——换言之,对网络的潜在威胁越普遍——对我们人类而言难以处理的分类层次就越多。因此,在超心理学的案例研究中,存在着一直上升的潜在异议。事实上,正是最高层次的问题造成了在巴克斯特案例中和对他工作的富有独创性的批评中的最大困难。(最高层次必须辨别与所研究现象相关的任何活动。)当争论发生时,因为我们周围充满了不断消亡的事件,所以,很清楚不可能知道植物何时会经受巴克斯特需要隔离的情感刺激。

当巴克斯特与加斯泰格为控制投下之物争论不休时,这里揭示出自来水作为控制投下之物的物质是不合格的,因为它含有微生物。把这些微生物投入热水中会杀死它们,正像结束海虾的生命一样。然而,一旦注意到这一点,其他的反对意见就变得合理起来。例如,每次用未经消毒的水自动地冲洗实验楼里的厕所,植物都会对被杀死的微生物感到万分同情!然后考虑,实验员走过实验室楼层时会踩死蚂蚁吗?接下来考虑,地板、墙壁与天花板和实验员本人身上的所有昆虫和微生物以斗争的方式来解决大量的生存竞争,进而,为什么只限于考虑实验室呢?更远的地方怎么样呢?是否有死亡的平方反比定律呢?巴克斯特当然可能会求助于某种“特设的”限制假说,比如说平方反比定律,或者减少对植物能感觉到的生物大小的限制,但是,当施展了自来水的论证之后,这些开始显得难以置信了。

转向引力辐射,这种分类的困难迄今没有扩展。因此,有关于如何评估合计结果总数的论证(层次七);有关于一种结果是肯定的还是否定的论证(层次六);有关于是否能胜任地完成某些实验的论证(层次五)。然而,没有对实验者的身份是否适当的层次三作出论证(除没有详细考虑韦伯本人的复制之外),也一定没有对在科学范围内所发生的事情是否可怕作出论证(层次二)。最后,决不质疑普遍的活动可能真的就是引力辐射的表现形式(层次一)。(这些层次揭露的一切是,强调对韦伯的工作作出心灵致动的解释。)

最有趣的案例是对TEA激光器的复制。这里,在任何一个阶段都不存在分类困难!这里,老鼠机器的零部件以完美清晰的协调方式运行。

11. 古丁(即将发表)考察了个体科学家创造一些新现象的"建构物"的方式,以使科学家自己与其他人有可能掌握这些观念。这种建构物可能建立在对普通对象的简单建构之基础上。(关于发现的其他有趣的讨论,参见 Nickles, 1980 和 Brannigan, 1981。)

12. 相对主义经验纲领在阶段一是微观的,但是,明显地提到了阶段三的结构。本章表明,通过阶段二的核心层的调节如何把阶段一与阶段三联系起来。

13. 这不是对科学保守主义和社会保守主义的一种论证。革命包括对我们之所知作出彻底的重新解释,而不是取代。

14. 哈维考察了20世纪70年代为检验"隐变量"(hidden variables)的可能性所完成的实验。这些实验承认,量子事件的随机世界是以因果序(causal order)为基础的。量子论宣称,只能对构成物质的最小构件的行为进行概率描述。也就是说,它强调我们决不可能有一个关于为什么(why)的说明,比如说,一个放射性粒子为什么在这一时刻而不是那一时刻发生裂变。我们只能说在某一特定时间内粒子裂变的可能性有多大,或者假定有大量的这种粒子聚集在一起,在特定的时间间隔内,粒子发生裂变的比例几乎是确定的。这是一个极其成功的理论。除了仍然有不能令人满意的地方之外,爱因斯坦把物理学中的这种传统观点概括为著名的格言:"上帝不会掷骰子。"因此,多年来物理学家一直努力发展所谓的"隐变量"理论,以便把明显不可约化的随机事件建立在更具确定性的基础之上。在根据第一性原理(first principles)证明这件事是不可能的许多年之后(参见 Pinch, 1977),发现了对至少一类隐变量理论的实验检验。

他们在完成了最初的一系列"非定域性"实验之后承认,据悉并不支持隐变量解释。尽管如此,称之为"时间选择假说"(timing hypothesis)的一个奇怪漏洞允许坚持隐变量解释。

这个假说相当于这样一种观念:独立的测量仪器之间的信息传递是超光速的。起初,并没有考虑到它是一种严肃的可能性,但是,在完成了第一阶段的实验之后,一位名叫阿斯派克特(Alain Aspect)的法国科学家想到了一种检验时间选择假说的方法,并且开始建造仪器来实现他的想法。阿斯派克特希望在论证过程中弥补这个最后的漏洞。然而,正如前面所讨论的案例,阿斯派克特只愿意检验增加了其似真性的可能性。事实上,他使这个漏洞公开化了。甚至在他做实验之前,这种情况就发生了。

15. 关于这类概念逐步发展方式的有趣讨论,参见 Barnes (1983b)。

16. "不是质疑意义,而是质疑用法。"这成为维特根斯坦观点的理论基础。皮克林的工作也能被这样理解(1980, 1984)。他通过一群数学家把粒子物理学中的色理论的消亡与准备运用有关它的竞争者的"粲"技巧联系起来。皮克林谈到了"实践的动力学"。哈金(Hacking, 1983)建议说,这是新观念与新发现在关系疏远的领域和确立它们的实验中的运用。

第 7 章

1. 夏平(1984)把这种观念的起源追溯到玻意耳(Robert Boyle)。他提出,玻意耳为了使读者觉得他确实目击了实验本身,试图以这样一种方式描述他的实验。他把这称为"虚拟目击"(virtual witnessing)。但是,正如本书所描述的,科学家只根据有用的书面资料来复制实验的尝试,意味着如果读者在阅读现代文献时觉得好像已经发生了"虚拟目击",那么,这是根据在第 3 章把这种倾向描述为命题六和根据命题十一——距离产生美——所产生的一种幻觉,因为所有这样的尝试都以失败而告终。(亦见 Shapin and Schaffer, 1985。)

2. 波兰尼第一个强调了科学的技能本性。非常奇怪的是,他从这一点出发论证了科学权威的必要性(例如, 1962)。他指出,虽然知识是可误的,但是,这只是针对这样的人而言的:他们扮演了科学界的角色,能有意图地参与对知识成果的鉴定。权威因此掌握在他们手中。我认为,从相同的出发点来看,科学共同体总是离不开政治的舞台。这些是当(与权威知识相对的)专业知识成为公共决定的一部分时的场所。

3. 亦见 Overington (1979)和 Feyerabend (1975)。

4. 密立根(Robert Millikan)拒绝接受关于他著名的油滴实验的某些早期传说,因为这些传说似乎揭示了分数电荷。他一心想产生一个好的干净的结果,而且为了产生这个结果,他更愿意稍微"假造"这种证据。一个吸引人的讨论,见 Holton (1978)。

近年来,情况变得越来越复杂了,因为"自由夸克"使它们自己显示出分数电荷——一个电子电荷的三分之一或三分之二。费尔班克(William Fairbank)及其合作者断言,早在 20 世纪 70 年代就发现过这种电荷(例如,参见 Pickering, 1981b)。

既然油滴实验通常在中学和大学里来做,所以几年来我愿意收集一系列物理系大学生围绕宣布费尔班克明显发现的自由分数电荷所做的实验室笔记。然后,我比较了这个"发现"前后学生对密立根油滴实验的报告。我的预感是,与过去相比,在费尔班克的断言提出后不久,较多比例的学生笔记显示了分数电荷。这将为我们提供一种有趣的衡量方法,来衡量在物理系大学生的实践工作中自我施加的阶段管理之程度。

5. BBC 电视综述节目(Panorama),"全部真相",1983 年 4 月 18 日。

6. 关于原油储备的地质评估为不同政党利益服务的两篇有趣论文,见 Bowden (1985)和 Dennis (1985)。关于科学知识社会学与技术知识社会学之间的关系,参见 Pinch and Bijker (1984)。其他参考文献,参见第 6 章的注释 7。

7. 关于对风险评估的有趣讨论,参见 Critchley (1978)。关于技术风险的不同观点以及与不同社会立场相关的有趣描述,参见 Cotgrove (1982)。

8. 弗兰克尔(Frankel, 1976)指出,科学革命能够被分析为是社会革命的一种。他对光学史的分析运用了政治范畴。

9. 我把本节归功于考克斯(Graham Cox)。

结语

1. 我要感谢利文斯顿(Eric Livingston)、平奇、夏平(Steven Shapin)、耶尔利(Steven Yearley)、凯泽(Jo Ann Kiser)及康奈尔大学 STS 研究生讨论班的学员,因为他们耐心地对这个结语的前一个版本提出了非常宝贵的批评意见。这个结语的责任仍然全部由我自己承担。

2. 关于特殊科学发展进程的更详细的研究,已经很丰富、很可靠了。我很乐意认为,早在 20 世纪 70 年代中期撰写的文章为这些发展铺平了道路,而《改变秩序》一书则有助于为研究科学的这种方式提供保障。"爱丁堡学派"(Edinburgh School)的成员从 20 世纪 70 年代开始做这项工作。在《改变秩序》中,对夏平("The Politics of Observation: Cerebral Anatomy and Social Interest in the Edinburgh Phrenology Dispute", in Wallis, R. [ed.] *On the Margins of Scence: The Social Construction of Rejected Knowledge, Sociological Review Monograph* 27. Keele: University of Keele Press, 1979)和麦肯齐(*Statistics in Britain 1865 - 1930.* Edinburgh: Edinburgh University Press, 1981)的观点进行了讨论。平奇(*Confronting Nature: The Sociology of Solar-Neutrino Detection.* Dordrecht: Reidel, 1986)依据一个特殊的争论得出了相近的结论,并更加揭示了科学的内在动力学。皮克林(*Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics.* Edinburgh: Edinburgh University Press, 1984)同样研究了高能物理学方面的历史细节。还有许多其他此类研究,有的已经完成,有的正在进行之中。同时,拉图尔及其同事以诸多富有启迪的方式提出了网络隐喻,而拉图尔和卡隆从他们在科学方面的著作中阐明了一个雄心勃勃的社会理论。

人们可能会看到,如果没有过去的文章,《改变秩序》对下列第三阶段的期待就是时代性的错误:在这个阶段,解决论战的方式将与更广泛的社会政治世界联系在一起。当《改变秩序》于 1985 年初版时,只遗漏了对当代争论的一种完整的研究——从实验台到更广泛的社会政治背景的所有方面。我相信,麦肯齐最近出版的《发明精度》(*Inventing Accuracy.* Cambridge: MIT Press, 1990)恰好填补了这个空白。(我认为它对分离科学知识社会学和技术知识社会学没有帮助。)

3. Schuster, J. A., 'Constructing Conceptual Webs'. *Isis*, 80 (1989), 493 - 96.

4. Pickering, A., 'Forms of Life: Science, Contingency and Harry Collins'. *British Journal for History of Science.* 20 (1987), 213 - 21.

5. 阿什莫尔(Malcolm Ashmore)在付印的著作中对这种隐喻现象提出了某种谴责。他复兴了此前没有出版的下列著作中的一种看法: *The Reflexive Thesis: Wrighting Sociology of Scientific Knowledge.* Chicago: University of Chicago Press, 1989。

6. 拉图尔和伍尔加用围棋类比细心地捕捉到了这一点。(Latour, B. and Woolgar, S. *Laboratory life: The Social Construction of Scientific Facts.* London and Beverly Hills: Sage, 1979.)

7. Collins, H. M. ‘What is TRASP: The Radical Programme as a Methodological Imperative’. *Philosophy of the Social Science.* 11 (1981), 215 - 24.

8. 关于辩护,例如参见注释7引用的我的著作和Bloor, D. *Knowledge and Social Imagery.* second edition. University of Chicago Press, 1991。

9. 即使基于已确立的科学都无法达到的一个规范模型,使脆弱的新科学容易受到严格的批评,这是特别不公平的。“超常声称科学调查委员会”(简称 CSICOP)和其他这样的治安维持组织对这一点表示怀疑。

这根本没有影响到关于下列科学方法缺陷的批评和忧虑,比如,统计学的误用、有缺陷的对照条件、实验者的偏见,等等。这些确实都是方法本身的一部分,但是,还未触及对科学的社会学分析。同样,我为科学的“辩护”——“科学正在做预计它能做的所有事情”——不是为科学家的辩护。这不是个人草率的一种辩护。

10. 或者,用我在1975年文章中引用的麦克休(McHugh)的话说,“除了授予它所用的这些基础之外,根本不存在确立真理的充分基础。”

在布鲁尔新版的《知识与社会意象》(*Knowledge and Social Imagery*)(参见注释8)的结语中,他承认,自然原因和根据我们的自然倾向以某些方式进行的归纳,会比其他未用这样的方式更有可能形成一种反映了自然界的社会建制。这似乎有点不对称。为了实现我的论证(和科学社会学中的其他著作)的目的,我使用了布鲁尔的对称性论题中不那么含糊的看法。

11. 在拉图尔和伍尔加的《实验室的生活》第2版的序言中,这一点非常明显。在这本书中,他们以从“科学事实的社会建构”到“科学事实的建构”为副标题讨论了这种变化。现在他们相信,该书的第1版受到了他们终于驱除掉的一种不对称性的困扰。

尽管夏平和谢弗(Schaffer)说明了分离社会范畴和科学范畴的出现,但他们还是提供了一种社会的说明。不考虑拉拢他们的企图,把他们看成拉图尔纲领的一部分,这也是不对称的。参见 Shapin, S. and Schaffer, S. *Leviathan and the Air Pump: Hobbes, Boyle and the Experimental Life.* Princeton: Princeton University Press, 1987。

12. 当然,许多人会考虑到,追溯的步骤代表了进步,因为它使科学知识社会学回到了“正常的轨道”。

为了理解一位同情者在对技术的激进处理中设法运用拉图尔的框架时会如何处理的问题,参见麦肯齐的《发明精度》(*Inventing Accuracy*)的最后一章(参见注释2)。麦肯齐发现,如果他不能被吸纳到公认的导弹技术家的世界中,他就必须放弃行为体网络理论(actant-network theory)的各个方面。

13. 关于对行为体网络理论的更一般性的批评、回应和进一步的答复,参见 H. M. Clooins and S. Yearly, ‘Epistemological Chicken’. M. Callon and B. Latour, ‘Don't Throw the Baby out with the Bathe School’, 以及 H. M. Collins and S. Yearly, Journey Into Space. 皆载于 A. Pickering (ed.), *Science as Practice and Culture.* University of Chicago

Press, 1992.(即将出版)。

14. Hesse, M., 'Changing Concepts and Social Order'. *Social Studies of Science*. 16 (1986), 714 - 26.

15. 参见注释 14 所引用著作的第 715 页。

16. 我的本意并不是指"社会科学"只是由社会调查和数学模型构成的一门学科,或者甚至是基于狭隘的观察概念的一门学科。作为一名社会学家,我相信"参与理解"(participant comprehension)的方法[Collins, H. M., 'Concepts and Practice of Participatory Fieldwork', in Bell, C. and Robert, H. (eds.) *Social Researching*. London: Routledge and Kegan Paul, 1984.]这意味着,对观察者和被观察对象的划界比在自然科学中通常的划界更不严格。然而,这与这里讨论的"科学"概念并非是不相容的。

在其他地方(*Artificial Experts: Social Knowledge and Intelligent Machines*, MIT Press, 1990),我已经提到了"彻底的科学社会学"的失败。彼时,我的本意是,有雄心成为一种纯粹的观察科学和实验科学的社会学的失败。

17. Collins, H. M. (1982), 'Special Relativism—The Natural Attitude'. *Social Studies of Science*. 12 (1982), 139 - 43. 也参见注释 13 所引用的著作。

18. 事实上,阿什莫尔在他风趣的著作中恰好做了这件事(参见注释 5)。

19. Searle, J. R., *Speech Acts: An Essay in the Philosophy of Language*. Cambridge: Cambridge University Press.

20. 随着夏平和谢弗之类的历史学家的著作开始变得明白晓畅,这确实意味着存在着不同的界限。超越这些界限,科学就不能变化,也不能被明显地称为"科学"。

21. 也参见一篇早期的文章:'The Meaning of Experiment: Replication and Reasonableness'. Appignanesi, L. and Lawson, H. (eds.) *Dismantling Truth: Science in Post-Modern Times*. London: Weidenfeld and Nicholson, 1988, 82 - 92。我在那篇论文中指出,当偏向于认为一个可复制的实验为合理之时,这种实践的意义是不重要的,因为"可复制性规则"只有在追溯的意义上才是明确适用的——当争论已经结束之后——反之,正如对物理世界的特殊情况展开的争论,对如何应用一般的方法规则展开的争论,也描述了科学争论的"实时"公开实例的特性。

我仍然认为,这种论证是正确的——它确实是《改变秩序》的主要责任之一——但是,我现在认为,我理解了可复制性规则的意义。它作为行动指针是有意义的,即使准确地理解如何应用这个规则是很困难的。

22. 当我说科学知识社会学仍然未使科学方法发生变化时,与我在 1983 所写的东西相矛盾。那时我写道,从规范的科学观中提取出它们的方法论指导原则的那些学科,当发现这种规范的看法不正确之时,将会发生变化。[参见 H. M. Collins, 'An Empirical Relativist Programme in the Sociology of Scientific Knowledge', In Knorr, K. and Mulkay, M. J. (eds.) *Science Observed*. Sage, 85 - 114.]现在对我而言,即使在那些学

科中,这也没有影响到宽泛指定的原则,比如可复制性。尽管在这样的学科中解释这些原则的方式可能会发生变化。

23. 在《改变秩序》的"后记"中,讨论了其中的某些结果。

24. 有人断言,认知科学否证了科学知识社会学。这是错误的。关于这方面的讨论,参见 *Social Studies of Science*. 19 (1989)及 21 (1991)。

25. 关于我自己很犹豫地提出"知识科学"的企图,参见我的 *Artificial Experts*(注释 16 中引用)。

征引文献

Adams, D. (1979) *The Hitch Hiker's Guide to the Galaxy*, London: Pan Books.

Atkinson, R. and Delamont, S. (1977) 'Mock-ups and Cock-ups: The Stage Management of Guided Discovery Instruction', in Woods, P. and Hammersley, M. (eds) *School Experience: Explorations in the Sociology of Education*, London: Croom Helm.

Backster, C. (1968) 'Evidence of a Primary Perception in Plant Life', *International Journal of Parapsychology*, X: 329 – 48.

Balanovski, E. and Taylor, J. G. (1978) 'Can Electromagnetism Account for Extrasensory Perception?', *Nature*, 276: 64 – 7.

Barber, B. (1961) 'Resistance by Scientists to Scientific Discovery', *Science*, 134: 596 – 602.

Barnes, S. B. (1974) *Scientific Knowledge and Sociological Theory*, London: Routledge and Kegan Paul.

Barnes, S. B. (1976) 'Natural Rationality: A Neglected Concept in the Social Sciences', *Philosophy of the Social Sciences*, 6: 115 – 26.

Barnes, S. B. (1981) 'On the "Hows" and "Whys" of Cultural Change (Response to Woolgar)', *Social Studies of Science*, 11: 481 – 98.

Barnes, S. B. (1983a) 'On the Conventional Character of Knowledge and Cognition' in Knorr-Cetina and Mulkay (1983): 19 – 51.

Barnes, S. B. (1983b) 'Social Life as Bootstrapped Induction', *Sociology*, 4: 524 – 45.

Barnes, B. and Edge, D. (1982) *Science in Context: Readings in the Sociology of Science*, Milton Keynes: Open University Press.

Beloff, J. (1982) 'Die Fingerabdrucke von Psi', *Zeitschrift fur Parapsychologie*, 24: 13 – 24.

Beloff, J. and Bate, D. (1971) 'An Attempt to Replicate the Schmidt Findings', *Journal of the Society for Psychical Research*, 3: 21 – 31.

Berger, P. L. (1963) *Invitation to Sociology*, Garden City, New York: Anchor Books; London: Penguin.

Berger, P. L. and Luckman, T. (1967) *The Social Construction of Reality*, London: Allen Lane.

Berger, T. (1978) *Little Big Man*, New York: Fawcett.

Bhaskar, R. (1975) *A Realist Theory of Science*, Leeds: Leeds Books.

Black, M. (1970) *Margins of Precision: Essays in Logic and Language*, Ithaca and London: Cornell University Press.

Bloor, D. (1976) *Knowledge and Social Imagery*, London: Routledge and Kegan Paul.

Bloor, D. (1978) 'Polyhedra and the Abominations of Leviticus', *British Journal for the History of Science*, 11: 245 - 72.

Bloor, D. (1983) *Wittgenstein: A Social Theory of Knowledge*, London: Macmillan.

Boden, M. (1977) *Artificial Intelligence and Natural Man*, Brighton: Harvester.

Borges, J. (1970) *Labyrinths*, Harmondsworth: Penguin.

Bourdieu, P. (1975) 'The Specificity of the Scientific Field and the Social Conditions of the Progress of Reason', *Social Science Information* 14: 19 - 47.

Bowden, G. (1985) 'The Social Construction of Validity in Estimates of US Crude Oil Reserves', *Social Studies of Science*, 15: 2: 207 - 40.

Brannigan, A. (1981) *The Social Basis of Scientific Discoveries*, New York: Cambridge University Press.

Braude, S. (1980) *ESP and Psychokinesis: A Philosophical Examination*, Philadelphia: Temple University Press.

Chedd, G. (1975) 'AAAS Takes on Emotional Plants', *New Scientist*, 13: 400 - 401.

Chubin, D. E. (1982) 'Collins's Programme and the "Hardest Possible Case"', *Social Studies of Science* 12: 136 - 9.

Collingwood, R. G. (1946) *The Idea of History*, Oxford: Oxford University Press.

Collins, H. M. (1974) 'The TEA Set: Tacit Knowledge and Scientific Networks', *Science Studies*, 4: 165 - 86 (reprinted in Barnes and Edge, 1982).

Collins, H. M. (1975) 'The Seven Sexes: A Study in the Sociology of a Phenomenon, or the Replication of Experiments in Physics', *Sociology*, 9: 205 - 24 (reprinted in Barnes and Edge, 1982).

Collins, H. M. (1976) 'Upon the Replication of Scientific Findings: A Discussion Illuminated by the Experiences of Researchers into Parapsychology', *Proceedings of 4S/ISA Conference*, Cornell University.

Collins, H. M. (1979) 'The Investigation of Frames of Meaning in Science: Complementarity and Compromise', *Sociological Review*, 27: 703 - 18.

Collins, H. M. (ed) (1981a) *Knowledge and Controversy: Studies of Modern Natural Science* special issue of *Social Studies of Science*, 11: 1.

Collins, H. M. (1981b) 'Stages in the Empirical Programme of Relativism', in Collins, (1981a): 3 - 10.

Collins, H. M. (1981c) 'Son of the Seven Sexes: The Social Destruction of a Physical Phenomenon', in Collins (1981a): 33 - 62.

Collins, H. M. (1981d) 'What is TRASP? The Radical Programme as a Methodological Imperative', *Philosophy of the Social Sciences*, 11: 215 - 24.

Collins, H. M. (1981e) 'The Role of the Core-Set in Modern Science: Social Contingency With Methodological Propriety', *History of Science*, 19: 6 - 19.

Collins, H. M. (1982a) 'Special Relativism—The Natural Attitude', *Social Studies of Science* 12: 139 - 43.

Collins, H. M. (1982b) *Sociology of Scientific Knowledge: A Sourcebook*, Bath: Bath University Press.

Collins, H. M. (1983a) 'The Meaning of Lies: Accounts of Action and Participatory Research', in Gilbert, G. N. and Abell, P. (eds), *Accounts and Action: Surrey Conferences on Sociological Theory and Method 1*, Aldershot: Gower.

Collins, H. M. (1983b) 'Scientific Knowledge and Science Policy: Some Foreseeable Implications', presented at the 1983 Annual Meeting of the Society for Social Studies of science, Blacksburg, Virginia. Part published in *European Association for the Study of Science and Technology Newsletter*, 2: 5 - 8.

Collins, H. M. (1983c) 'The Sociology of Scientific Knowledge: Studies of Contemporary Science', *Annual Review of Sociology*, 9: 265 - 85.

Collins, H. M. (1984a) 'Concepts and Practice of Participatory Fieldwork', in Bell, C. and Roberts, H. (eds), *Social Researching*, London: Routledge and Kegan Paul.

Collins, H. M. (1984a) 'Concepts and Practice of Participatory Fieldwork', in Bell, C. and Roberts, H. (eds), *Social Researching*, London: Routledge and Kegan Paul: 56 - 69.

Collins, H. M. (1984b) 'When do Scientists Prefer to Vary Their Experiments?', *Studies in History and Philosophy of Science*, 15: 169 - 74.

Collins, H. M. and Cox, G. (1976) 'Recovering Relativity: Did Prophecy Fail?', *Social Studies of Science*, 6: 423 - 44.

Collins, H. M. and Cox, G. (1977) 'Relativity Revisited: Mrs. Keech, A Suitable Case for Special Treatment?', *Social Studies of Science*, 7: 327 - 80.

Collins, H. M. and Harrison, R. (1975) 'Building a TEA Laser: The Caprices of Communication', *Social Studies of Science*, 5: 441 - 5.

Collins, H. M. and Pinch, T. J. (1979) 'The Construction of the Paranormal: Nothing Unscientific is Happening' in Wallis, R. (ed) (1979) (reprinted in Collins, 1982b).

Collins, H. M. and Pinch, T. J. (1981) 'Rationality and Paradigm Allegiance in Extraordi-

nary Science', in Hans Peter Duerr (ed) *The Scientist and the Irrational*, Frankfurt: Syndikat (in German). Vol. 2: 284 - 306.

Collins, H. M. and Pinch, T. J. (1982) *Frames of Meaning: The Social Construction of Extraordinary Science*, London: Routledge and Kegan Paul.

Collins, H. M. and Shapin, S. (1984) 'The Historical Role of the Experiment', Proceedings of the International Conference on Using History of Physics in Innovatory Physics Education, Pavia, Italy, 5 - 9 September 1983. (A shortened version was published as 'Uncovering the Nature of Science', *Times Higher Education Supplement*, 27 July 1984: 13.)

Cotgrove, S. F. (1982) *Catastrophe or Cornucopia: The Environment, Politics and the Future*, London and New York: John Wiley and Sons.

Critchley, O. H. (1978) 'Aspects of the Historical, Philosophical and Mathematical Background to the Statutory Management of Nuclear Plant Risks in the United Kingdom' pp 11 - 18 in *Radiation Protection in Nuclear Power Plants and the Fuel Cycle*, London: BNES.

Davies, P. C. W. (1980) *The Search for Gravity Waves*, Cambridge: Cambridge University Press.

Dennis, M. (1985) 'Drilling for Dollars: The Making of American Petroleum Reserve Estimates, 1921 - 25', *Social Studies of Science*, 15: 2: 241 - 65.

Dreyfus, H. (1979) *What Computers Can't Do*, New York: Harper and Row.

Farley, J. and Geison, G. L. (1974) 'Science Politics and Spontaneous Generation in Nineteenth-Century France: The Pasteur-Pouchet Debate', *Bulletin of the History of Medicine*, 48: 161 - 98 (reprinted in Collins 1982b).

Feyerabend, P. K. (1975) *Against Method*, London: New Left Books.

Fleck, Ludwik (1979) *Genesis and Development of a Scientific Fact*, Chicago: University of Chicago Press (first published in German in 1935).

Frankel, E. (1976) 'Corpuscular Optics and the Wave Theory of Light: The Science and Politics of a Revolution in Physics', *Social Studies of Science*, 6: 141 - 84.

Franklin, A. and Howson, C. (1984) 'Why Do Scientists Prefer to Vary Their Experiments?', *Studies in History and Philosophy of Science*, 15: 51 - 62.

Friedman, N. (1967) *The Social Nature of Psychological Research*, New York: Basic Books.

Garfinkel, H. (1967) *Studies in Ethnomethodology*, New Jersey: Prentice-Hall.

Gellner, E. (1974) 'The New Idealism: Cause and Meaning in the Social Sciences' in Giddens (ed) *Positivism and Sociology*, London: Heinemann.

Gier, N. F. (1981) *Wittgenstein and Phenomenology*, Albany: State University of New York

Press.

Gieryn, T. (1983) 'Boundary-Work and the Demarcation of Science from Non-Science: Strains and Interests in Professional Ideologies of Scientists', *American Sociological Review*, 48: 781-95.

Gillespie, B., Eva, D. and Johnston, R. (1979) 'Carcinogenic Risk Assessment in the United States and Great Britain: The Case of Aldrin/Dieldrin' *Social Studies of Science*, 9: 265-301.

Gooding, D. G. (1986) 'How Do Scientists Reach Agreement About Novel Observations?', *Studies in History and Philosophy of Science*, 17.

Goodman, N. (1973) *Fact, Fiction, and Forecast* (3rd Edition), New York: Bobbs-Merrill.

Goodman, N. (1978) *Ways of Worldmaking*, Indianapolis: Hacket.

Hacking, I. (1983) *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of the Natural Sciences*, Cambridge: Cambridge University Press.

Harvey, B. (1981) 'Plausibility and the Evaluation of Knowledge: A Case Study in Experimental Quantum Mechanics', in Collins, 1981a: 95-130.

Henkel, R. E. and Morrison, D. E. (1970) *The Significance Test Controversy*, London: Butterworths.

Hesse, M. (1974) *The Structure of Scientific Inference*, London: Macmillan.

Holton, G. (1978) *The Scientific Imagination*, Cambridge: Cambridge University Press.

Horowitz, *et al* (1975) 'Plant Primary Perception: Electrophysiological Unresponsiveness to Brine Shrimp Killing', *Science* 189: 478-80.

Johnson, R. (1971) 'The Influence of Temperature and Humidity on the Low Frequency Capacitance and Conductance Across a Philodendron Leaf (A Study of the Backster Effect)' (M. Sc. Thesis), University of Washington.

Johnson, R. (1972) 'To the Editors', *The Journal of Parapsychology*, 36: 71-2.

Knorr-Cetina, K. D. (1981) *The Manufacture of Knowledge*, Oxford: Pergamon Press.

Knorr-Cetina, K. D. and Cicourel, A. (eds) (1981) *Advances in Social Theory and Methodology: Toward an Integration of Micro- and Macro-Sociologies*, London: Routledge and Kegan Paul.

Knorr-Cetina, K. D. and Mulkay, M. (eds) (1983) *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science*, London: Sage.

Kuhn, T. S. (1962) *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University of Chicago Press.

Lakatos, I. (1970) 'Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes',

in Lakatos and Musgrave (1970).

Lakatos, I. (1976) *Proofs and Refutations*, Cambridge: Cambridge University Press.

Lakatos, I. and Musgrave, A. (eds) (1970) *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge: Cambridge University Press.

Langmuir, I. (1953) (revised by R. N. Hall, 1968), 'Pathological Science', *General Electric R and D Center Report*, Number 68 - C - 035, New York.

Latour, B. (1983) 'Give me a Laboratory and I Will Raise the World' in Knorr-Cetina and Mulkay (1983): 141 - 70.

Latour, B. and Woolgar, S. (1979) *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*, London and Beverly Hills: Sage.

Laudan, L. (1982) 'A Note On Collins's Blend of Relativism and Empiricism', *Social Studies of Science*, 12: 131 - 32.

Lynch, M., Livingstone, E. and Garfinkel, H. (1983) 'Temporal Order in Laboratory Work', in Knorr-Cetina and Mulkay (1983): 205 - 38.

Mackenzie, D. (1981) *Statistics in Britain1865 - 1930*, Edinburgh: Edinburgh University Press.

Markle, G. E. and Petersen, J. C. (eds) (1980) *Politics, Science and Cancer: The Laetrile Phenomenon*, Boulder, Colorado: Westview Press.

Mazur, A. (1981) *Dynamics of Technical Controversy*, Washington DC: Communications Press.

McCorduck, P. (1979) *Machines Who Think: A Personal Inquiry Into the History and Prospects of Artificial Intelligence*, San Francisco: Freeman.

Merton, R. K. (1973) 'Paradigm for the Sociology of Knowledge', as reprinted in *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago: University of Chicago Press: 7 - 40.

Mulkay, M. Potter, J. and Yearley, S. (1983) 'Why an Analysis of Scientific Discourse Is Needed', in Knorr-Cetina and Mulkay (1983): 171 - 203.

Munson, T. N. (1963) 'Wittgenstein's Phenomenology', *Philosophy and Phenomenological Research*, 37 - 50.

Myers, G. (1985a) 'The Social Construction of Two Biology Articles' *Social Studies of Science* 15: (forthcoming).

Myers, G. (1985b) 'The Social Construction of Two Biologists' Proposals' *Written Communication*, 1, 3: (forthcoming).

Nelkin, D. (1975) 'The Political Impact of Technical Expertise', *Social Studies of Science*, 5: 35 - 54.

Nelkin, D. (1978) 'Threats and Promises: Negotiating the Control of Research', *Daedelus*, 107: 191 - 209.

Nelkin, D. (ed.) (1979) *Controversy: Politics of Technical Decisions*, Beverly Hills: Sage.

Nickles, T. (1980) *Scientific Discovery: Case Studies*, Boston Studies in the Philosophy of Science, No. 60, Dordrecht: Reidel.

Nowotny, H. (1977) 'Scientific Purity and Nuclear Danger: The Case of Risk Assessment', in Mendelsohn, E., Weingart, P., and Whitley, R., *The Social Production of Scientific Knowledge*, Dordrecht: Reidel.

O'Brien, F. (1974) *The Third Policeman*, London: Picador.

Oteri, Weinberg and Pinales (1978) 'Cross Examination of Chemists in Narcotics and Marijuana Cases', *Contemporary Drug Problems*, 2: 225 - 38 (reprinted in Barnes and Edge, 1982): 250 - 59.

Overington, M. A. (1979) 'Doing the What Comes Rationally: Some Developments in Metatheory', *The American Sociologist*, 14: 2 - 12.

Peter J. P. and Olson J. C. (1983) 'Is Science Marketing?', *Journal of Marketing* 57, 111 - 25.

Petersen, J. C. and Markle, G. E. 'Politics and Science in the Laetrile Controversy', *Social Studies of Science*, 9: 139 - 66.

Pickering, A. R. (1980) 'The Role of Interests in High-Energy Physics: The Choice Between Charm and Colour' pp 107 - 38 in Knorr, K. D., Krohn, R. and Whitley, R. (eds) *The Social Process of Scientific Investigation. Sociology of the Sciences*, Ⅳ, Dordrecht: Reidel.

Pickering, A. (1981a) 'Constraints on Controversy: The Case of the Magnetic Monopole', in Collins, 1981a: 63 - 93.

Pickering, A. (1981b) 'The Hunting of the Quark', *ISIS*, 72: 216 - 36.

Pickering, A. (1984) *Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics*, Edinburgh: Edinburgh University Press; Chicago: University of Chicago Press.

Pinch, T. J. (1977) 'What Does a Proof Do If It Does Not Prove?', in Mendelsohn, E., Weingart, P. and Whitley, R., *The Social Production of Scientific Knowledge*, Dordrecht: Reidel: 141 - 215.

Pinch, T. J. (1981) 'The Sun-Set: The Presentation of Certainty in Scientific Life', in Collins, 1981a: 131 - 58.

Pinch, T. J. (1985) 'Towards an Analysis of Scientific Observation: The Externality and Evidential Significance of Observation Reports in Physics', *Social Studies of Science* 15: 1: 3 - 36.

Pinch, T. J. (1986) *Confronting Nature*, Dordrecht: Reidel.

Pinch, T. J. and Bijker, W. (1984) 'The Social Construction of Facts and Artefacts: A Unified Approach Toward the Study of Science and Technology', *Social Studies of Science*, 14: 399 - 42.

Pinch, T. J. and Collins, H. M. (1984) 'Private Science and Public Knowledge: The Committee for the Scientific Investigation of the Claims of the Paranormal and Its Use of the Literature', *Social Studies of Science*, 14: 521 - 46.

Polanyi, M. (1958) *Personal Knowledge*, London: Routledge and Kegan Paul.

Polanyi, M. (1962) 'The Republic of Science, Its Political and Economic Theory', *Minerva*, 1: 54 - 73.

Polanyi, M. (1967) *The Tacit Dimension*, New York: Anchor.

Popper, K. R. (1959) *The Logic of Scientific Discovery*, New York: Harper & Row.

Ravetz, J. R. (1971) *Scientific Knowledge and Its Social Problems*, Oxford: Oxford University Press.

Rhine, J. B. (1971) 'News and Comments', *The Journal of Parapsychology*, 35: 247.

Robbins, D. and Johnston, R. (1976) 'The Role of Cognitive and Occupational Differentiation in Scientific Controversies', *Social Studies of Science*, 6: 349 - 68 (reprinted in Collins 1982b).

Roche, M. (1973) *Phenomenology, Language and the Social Sciences*, London: Routledge and Kegan Paul.

Roll-Hansen, N. (1979) 'Experimental Method and Spontaneous Generation: The Controversy Between Pasteur and Pouchet, 1859 - 64', *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, 34: 273 - 92.

Rosenthal, R. (1978) 'Interpersonal Expectancy Effects: The First 345 Studies', *The Behavioural and Brain Sciences*, 3: 377 - 415.

Rosenthal, R. (1969) 'Interpersonal Expectations', in Rosenthal, R. and Rosnow, R. C. (eds) *Artifacts in Behavioural Research*, New York: Academic Press.

Schmeidler, G. R. and McConnell, R. A. (1958) *ESP and Personality Patterns*, New Haven: Yale University Press.

Schmidt, H. (1969a) 'Quantum Processes Predicted?', *New Scientist*, 16 October: 114 - 5.

Schmidt, H. (1969b) 'Precognition of a Quantum Process', *The Journal of Parapsychology*, 33: 99 - 108.

Schmidt, H. (1970) 'Quantum Mechanical Random-Number Generator', *Journal of Applied Physics*, 41:2.

Schutz, A. (1962), *The Problem of Social Reality, Collected Papers*, Vol. Ⅰ, The Hague: Martinus Nijhoff.

Schutz, A. (1964) *Studies in Social Theory, Collected Papers*, Vol. Ⅱ, The Hague: Martinus Nijhoff.

Shapin, S. (1979) 'The Politics of Observation: Cerebral Anatomy and Social Interests in the Edinburgh Phrenology Disputes', in Wallis (1979) (reprinted in Collins, 1982b).

Shapin, S. (1984) 'Pump and Circumstance: Robert Boyle's Literary Technology', *Social Studies of Science*, 14: 481 - 520.

Shapin, S. and Schaffer, S. (1985) *Leviathan and the Air Pump: Hobbes, Boyle and the Experimental Life*, Princeton: Princeton University Press.

Specht, E. K. (1969) *The Foundations of Wittgenstein's Late Philosophy*, Manchester: Manchester University Press (English edition).

Spiegelberg, H. (1959) 'How Subjective is Phenomenology?', *Proceedings for the Year of 1959 of the American Catholic Philosophical Association*, 28 - 36.

Spiegelberg, H. (1969) *The Phenomenological Movement: A Historical Introduction* (two volumes), The Hague: Martinus Nijhoff.

Studer, K. E. and Chubin, D. E. (1980) *The Cancer Mission; Social Contexts of Biomedical Research*, Beverly Hills: Sage.

Tart, C. (1973) 'Parapsychology', *Science*, 182: 222.

Taylor, C. and Ayer, A. J. (1959) 'Phenomenology and Linguistic Analysis', *Aristotelian Society, Supplementary Volume*, 33: 93 - 124.

Taylor, J. G. (1971) *The Shape of Minds To Come*, New York: Weybright and Talley.

Taylor, J. G. (1975) *Superminds: An Enquiry Into the Paranormal*, London: Macmillan.

Taylor, J. G. (1980) *Science and the Supernatural*, London: Temple Smith.

Taylor, J. G. and Balanovski, E. (1979) 'Is There Any Scientific Explanation of the Paranormal?', *Nature*, 279: 631 - 3.

Tompkins, P. and Bird, B. (1974) *The Secret Life of Plants*, London: Allen Lane.

Travis, G. D. L. (1981) 'Replicating Replication? Aspects of the Social Construction of Learning in Planarian Worms', in Collins, (1981a): 11 - 32.

Van Peursen, C. A. (1959) 'Edmund Husserl and Ludwig Wittgenstein', *Philosophy and Phenomenological Research*, XX: 181 - 97.

Vonnegut, Kurt (1979) *Slaughterhouse 5*, London: Panther.

Wallis, R. (ed.) *On the Margins of Science: The Social Construction of Rejected Knowledge, Sociological Review Monograph 27*, Keele: University of Keele Press.

Wilson, Bryan R. (ed.) (1970) *Rationality*, Oxford: Blackwell.

Wilson T. P. (1970) 'Normative and Interpretative Paradigms in Sociology' in Douglas, J. (ed) (1970) *Understanding Everyday Life*, London: Routledge and Kegan Paul.

Winch, P. (1958) *The Idea of a Social Science*, London: Routledge and Kegan Paul.

Wittgenstein, L. (1953) *Philosophical Investigations*, Oxford: Blackwell.

Wolstenholme, and Miller (eds) (1956) *CIBA Foundation Symposium on Extrasensory Perception*, London: J. and A. Churchill Ltd.

Wynne, B. (1982) *Rationality or Ritual? The Windscale Inquiry and Nuclear Decisions In Britain*, Chalfont St. Giles, Bucks: British Society for the History of Science Monograph.

Yearley, S. (1984) *Science and Sociological Practice*, Milton Keynes: Open University Press.

Zuckerman, H. A. (1977) 'Deviant Behavioural Social Control in Science', in Sagarin, E. (ed) *Deviance and Social Change*, Beverly Hills: Sage.

附录一　哈里·柯林斯在山西大学的演讲

社会时空中的真理、专业知识与科学

哈里·柯林斯

一、打开科学的匣子

如同你有语言功能，就会思考什么是科学一样，我是一名社会学家，也会思考什么是社会学。从研究范围的宽窄来看，如果把物理学看成夸克，化学看成原子，生物化学看成大分子，生物学看成细胞，心理学看成一个完整的人，那么，社会学就像是一个大容器——社会共同体。很难解释社会共同体，因为你是看不到它的。你可以看见人、生物、你自己，但是，你却看不见社会共同体。这就是为什么社会学很难研究，因为你必须了解那些你没有看到过的某个社会整体。即使如此，你还是能通过关注周围的事物得到社会共同体的含义，因为你是社会共同体中的一名成员。这就是为什么你在你的社会共同体中讲中文，而我在我的社会共同体中讲英文的原因所在。通过研究物理学、化学、生物化学、生物学、解剖学、心理学，弄不清楚为什么你讲中文而我讲英文。想理解这个问题，你必须了解你是哪个社会共同体的成员。似乎你属于中国的社会共同体，我属于英国的社会共同体，这正是社会学的主题：社会共同体视域中的自然界，以及为什么个体是在社会共同体中创造出来的。社会共同体很有意义，也很难理解。最重要的是，我们不知道根据什么规则来理解它，既说不出来，又无法解释。但是，我们就是希望了解它。

既然我们知道科学共同体影响了我们的语言，因此，我们也就不难知道它会影响信念。信念依赖于你出生和成长的科学共同体。就像社会共同体会影响语言、信念、艺术、音乐等许多事物一样，它也会影响科学。在这种情况下，你认为是关于科学界的正确的社会学知识，其实不在社会学的范围之内。科学究竟是在社会学的范围之内还是之外，这个问题很容易产生误解，因为我们不知道科学是在社会学的范围之内还是之外。容易产生误解的原因是，原本属于社会学范围之内的一些事情，人们却认为是在社会学的范围

之外，例如信念。人作为一名社会成员，在他的头脑中有他认为是绝对的、普遍的真理之范围。由此带来的问题是，我们确信无疑的科学是真的吗？

科学知识社会学家试图理解科学成果，试图探索和想象如果科学成果是真的，世界会是什么样子，还试图找到关于科学方法的突破口。当然，这些与科学哲学提出的问题没有什么两样。科学知识社会学家，并非只是坐在办公室里学习或思考，而是需要走出去看看科学家在做什么，在实践中理解科学家的发现。我要告诉你们为什么这个问题非常重要，至少告诉你们这是一个重要的问题。我研究的社会学是科学知识社会学。我考虑的问题是第二次世界大战之后的西方科学。那时，科学的最大成就是原子弹、核能、雷达，这使人们认识到，科学对于赢得第二次世界大战是非常重要的。如果对方也拥有很先进的科学，比如，要是德国先制造出原子弹，德国就会在战争中获胜。所以，第二次世界大战对确立科学的地位非常重要。科学在第二次世界大战中，至少是在20世纪40年代、50年代、60年代，被认为是民主的。因为即使是杰出的科学成就或最好的科学研究，也会受到民主的批评，每个人都在批评其他人的观点。所以，科学思想必须强大到经得起他人的批评。正是由于科学的巨大成功，使科学成为体现民主的体系。每个人都可以用最好的知识批评其他人的观点。社会学家默顿认为，科学的标准是科学文化，你需要在开放的环境中用最好的知识批评科学。

到20世纪70年代、80年代、90年代，我们的研究表明，科学并不是如此完美，这就是我所说的"打开科学的匣子"。因为科学变得如此有力量，不允许外行理解它。它像是个帝王，不经允许，不得观看。科学家可以互相指责，但是，别人不可以指责科学。所以，从20世纪70年代到90年代，社会学家说我们必须理解科学，看看科学家在干什么，看看他们的皇宫和皇宫里的帝王。我们知道，20世纪初，科学家已经认识到自己的研究是不完美的。量子力学令20世纪初的每一个人感到震憾。人们开始发现，不能太相信任何事，这对决定论者打击很大；罗素和怀特海试图将数学和算术逻辑化的想法也遭到失败；哥德尔不完备性定理说明，任何算术或数学体系都不可能是完备的；还有，混沌理论说明，即使在决定论的系统中，有时我们也无法作出预测，因为这些预测依赖于初始条件的标准测量，而这些初始条件要求太精确，一个复杂系统的初始条件是无法测量的。所以，我们已经打开了科学的匣子，看到科学是有缺陷和瑕疵的。之后，出现了对科学的哲学批判。例如，休谟、古德曼、库恩、维特根斯坦，尤其是后期的维特根斯坦对归纳问

题的批判。

我对非哲学专业的人经常会举一个关于数字序列的例子，这是我自己发明的一种游戏。如果我说 2，4，6，8，然后我问，8 后面是什么呢？人们通常会说是 10。为什么会说是 10 呢？说 10 的规则是什么呢？他们说是前面的数加 2。那好，我加上 2，这个序列可以是 2，4，6，8，82；也可以是 2，4，6，8，8 +2；还可以是 2，4，6，8，2，4，6，8，……英国人在比赛时，会唱 2，4，6，8，who do we appreciate，这样，8 后面出现的是 who。从这个例子你看到了什么呢？即使是对一个数字序列的预测，也各不相同。你所做的只是根据课堂上学到的知识，归纳出 8 后面应该是 10。这正是我要问的，其实，你并没有明白这里的问题，你只是根据课堂知识作出反应。

第二个问题是，寻找可能有的证明对与错的标准，你的规则是什么呢？这是社会共同体的显著特征。社会共同体中的有些标准是无法解释的。今天早上我在山西大学的公园里看到有许多人做着各种各样的运动，我问朋友，这些运动有规则吗？明天早上我在公园活动，可以吗？她笑了，并说当然可以。但是，我还是没有做，为什么呢？因为我不知道我做伸展运动时，应该离他人有多远。每个在公园的人都有他们自己的空间。规则是什么？如果是走在拥挤的人群中，很多人会碰到我的肩膀。可是，如果在海滩上，一位美丽的女士穿着比基尼走过来，我决不能碰她的肩膀。然而，没有人告诉我这个规则是什么。现在，我不知道在公园里应站得离他人多远的规则，我可以站得特别近，还是远一点呢？你们知道这个规则，知道怎么锻炼，而我不知道。所以，我们生活于无法说出一般规则的共同体中。另外一个例子是，在这张投影图上，你看到的是什么？有人说是地图，有人说是海滩，还有人说是水印……现在，我来告诉你，这其实是一张基督徒的脸。知道真相后，你会说："啊，原来如此。"之所以会有不同的答案，是因为你一直不知道应该如何看这个图，你只看到了你想看到的东西。

科学家在做实验记录数据时，也是这样。我们很明白他们在做些什么。霍尔顿（Gerold Holton）的文章中有一位实验物理学家的一页手稿，手稿上的数据是该物理学家测试电容时的记录。从这个记录中你可以看到，有的数字还留着，有的数字被划掉。就像刚才展示的那张基督徒的脸的图片一样，你看到的也是你想看到的。我今天要讲的最重要的内容是，我们生活在有些规则无法解释的社会里，这是最重要的。就像科学向我们提供的一样。我们怎样证明这一点？我在 1974 年发表了一篇与 TEA 激光器实验相关的

论文,那是我的第一篇论文。当时,英国和美国都有人在做激光实验。许多人认为,他们能根据设计图产生激光。但是,我发现没有人能做到这一点。许多人在实验室花大量的时间做试验,只有在实验室里,他们才能知道这些设备如何使用和调整。如果坐在办公室里,是不可能知道的。这正是理解和打开科学的匣子,它是最重要的。因为它告诉你,这并不简单。为什么要靠实验来解决问题呢?因为你不能描述所有你不知道的事情和所有这些实验规则。这就是为什么我们不能确定我们是否能找到真理的原因。许多人会问:“怎么能知道你说的是真的?”因为所有的人都可以成为实验者。没有人知道他们做的是对的,还是错的,因为他们并不知道确切的含义,这就是为什么单纯的思想并不能使我们到达真理的理由。

现在,你打开了科学的匣子,就找到了一条进入科学的道路。但是,这扇门以前是关闭的,因为人们找不到进入科学的突破口。现在,我们知道不存在绝对真理,就可以打开科学的大门。我们知道了,共同体中存在的规则是那些指导实践的正确知识。实践非常重要。当你读论文时,也许不理解,即使是科学哲学,也必须进行阅读、讨论和实践。如果你想了解社会学,你必须在研究内容的基础上进行实践。

下面我来谈谈实验者的回归的问题。例如,在测量开水沸点的简单实验中,当你把温度计放进沸水中,会测出什么结果呢?是100摄氏度吗?不是,永远不会是100摄氏度。有时,低于100摄氏度;有时,高于100摄氏度。教师说100摄氏度是标准沸点,你就认为100摄氏度是标准沸点。没有人真正得到标准的沸点。但是,你们都相信它。因为许多人许多次的测量都发现,沸点是100摄氏度。你做实验得到了错误的结果,但是,你以为这是正确的。你在学校里做实验,得到结果后,问教师是否正确,教师会根据书本知识告诉你。这不是发现的方法。如果想得到其他的结论,就必须放弃教师所教的东西。所以,当你得到101摄氏度或98摄氏度时,你并不知道这是对还是错。这就是为什么在现实生活中,实验与人们所想象的很不同。在学校里,你知道你是否得到了正确的结果,或者,你通过结果知道实验是否做得很好。当你的结果很接近正确值时,教师就会说是“对的”,那时,你就认为你做的实验是正确的;当结果相差很远时,你会认为是错的。

所以,一般衡量一个实验是否正确的标准是看结果。这个衡量标准非常简单。但另一种情况是,你不知道正确的结果是什么。比如,关于引力波的讨论,我们不知道引力波是什么。所以,你想知道引力波是什么,你就得

做实验。这就是为什么很难用实验来解决科学问题,因为许多人做了许多实验,会得出许多不同的结论。可是,谁也不知道正确的结论是什么。

二、社会时空:作为社会协议的科学真理

今天我要进一步说明,怎样进行科学社会学和科学知识社会学研究。因为在座的都是搞科学哲学的人,所以,你们非常想了解关于实在论的东西。首先,我们来讨论相对主义问题。本体论意义上的相对主义是指不同的观察者拥有不同的世界;认识论意义上的相对主义是指不同的人对世界持有不同的看法。所变化的不是世界本身,而是人们的世界观。两者构成了哲学的相对主义。它们之间的争论,是从本体论的相对主义到认识论的相对主义,再从认识论的相对主义到本体论的相对主义,如此循环往复。1981 年之前,我支持哲学的相对主义。但是,从 1981 年起,我认识到,实在论与相对主义之间的争论是没有结果的。你不能赞同任何一方,但是,却能同时反对双方。很简单,很难反驳唯我论。唯我论是一种认为所有的事物都是一场梦的观点。这也许是正确的。我既不支持,也不反对。重要的是方法论意义上的相对主义。1981 年之后,我认为,我变成了一位方法论意义上的相对主义者。我在 2004 年出版的《引力的阴影》(*Gravity's Shadow*)一书中,阐述了我对方法论的相对主义的看法。当你进行科学研究时,你必须假定一个理论或一种现象是真的,你想弄清楚为什么人们认为这个理论或现象是真的。如果你说,他们之所以认为理论或现象是真的,是因为它是正确的,那你永远也不会得到有意义的实验。

科学社会学家和科学知识社会学家的工作正是要寻找你对真理问题应该持有什么看法。你必须尽可能地超越真理的研究纲领,假设没有真理可言。真理是人的观念。我认为,这种方法论的相对主义来自布鲁尔的强纲领。这也是我和布鲁尔的观点很接近的原因所在。布鲁尔有强纲领,我有相对主义的经验纲领(EPOR)。科学研究必须忘记真理,这是很复杂的。因为当你在进行科学探索时,你并不会忘掉真理。例如,我在研究探测引力波的案例时,我研究科学家是如何无法确定是否发现了引力波的问题。他们建造了一个非常大的实验装置,在这些实验设备中,有许多小仪器,比如,电压表、电流表、电线、测量重力和干扰的仪表等,这些都不是我要研究的。所以,当我在进行自己的研究时,我假设,所有这些设备都是真实的。即使在 1981 年之前,我作为一名哲学的相对主义者,也是把世界假设为真的。

我并没有怀疑,他们说这个电压表的指针指向3伏是梦,我与他们一样,也说是3伏。有趣的是,我在1981年之前所写的论文,不需要作大的改动,即使有,也只是很少的几个术语而已。因为无论你是哲学的相对主义者,还是方法论的相对主义者,或者是实在论者,在你看世界时,你都把世界当做真实的。

我的意思是说,从社会学的观点来看,不同的案例,不同的方法,决定了把什么看做真实的或真理。对于科学的研究对象而言,如果你是一位历史实在论者,你会把所有的对象都当做真实的;如果你是一位方法论的相对主义者(像我一样),你把大部分世界当做真实的。但是,在研究的核心部分,如果你是进行科学的文化研究、符号学或文学等研究,你会把对象看成相对的。那么,在更大程度上,你是一位相对主义者。方法论的相对主义是普遍存在的。我认为,这是最好的观点。因为你有这小部分的开放空间,你可以发现关于科学的更有趣的事情。科学家认为,世界是可认识的,科学成果来自世界,科学研究有法可循。但是,这对任何人都是无意义的和无用的。它再一次像是唯我论。唯我论使人感到兴奋,可是,这无异于一场梦。

我所说的研究是,合理地实践所讨论的问题,会发现一些有趣的东西。所以,像“生命是如何产生的”这类哲学命题是无意义的。没有一个实验能够检验这个问题。休谟证明了这一点。你所做的科学研究,不是说明非常大的问题,而是小问题。你是否发现,当你认识到一些科学研究是错误之时,你所采取的方法是让他们继续发表论文,但是,你却永远不会拜读。例如,当人们认识到一些科学家的理论是错误的时,并不指明其理论是错的,只是不再关注它而已,他把这些论文看成是“魔鬼”。我所做的正是关注这些被忽视的研究。那么,你应该如何做研究呢?最简单的方法是关注科学家之间的争论。有时,有人说我发明了“争论研究”,我认为,我发明了走向实验室的研究方法。以有争议的科学问题作为研究对象,然后,到实验室观察他们之间的争论。这就是“争论研究”,也是我这么多年所进行的研究项目。

我提出了相对主义的经验纲领,这个纲领分三步:第一步是解释的灵活性。即寻找科学发现的适当解释。换言之,科学实验能否证明其结果,取决于你的决定。第二步是结束争论。第三步是结束争论的社会影响。我的《引力的阴影》一书就是关于争论的研究。我发现,在20世纪初,一位名叫韦伯(Joe Weber)的人认为,他探测到了引力波。但是,其他物理学家认为

事实并非如此。因此,我研究韦伯与他的批评者之间的争论。当时,韦伯说他探测到引力波,可从未有人看见过,因此没人相信他。尽管如此,他继续在实验室里完成他的冒险实验。最后,引起了人们对他的重视。当你在物理学等领域内有一项重大发现时,一开始,你并没有受到应有的重视,没有人想听你发现了什么。你只是强制性地让他们知道你所做的事情。物理学家为了检验韦伯的设想,相继建起了自己的实验室。1972 年,全世界共有 6 个探测引力波的实验室,我去了英国和美国每一个进行此项实验的实验室。这是一项很艰苦的工作,但是,我做到了。

我访问了所有的科学家,找出了他们争论的焦点所在。我发现,不同的科学家得到了不同的实验结果。他们在讨论谁的实验结果是有效的。他们不会说,“啊！我的实验结果与韦伯的不同,我一定是做错了。”他们会说,“韦伯与我的结果不同,所以,他的结果一定是错的。”这就是解释的灵活性,EPOR 的第一步。不相信他人的实验结果的最简单方法是说,“他的实验做得不对”,“他的实验结果是不正确的”,或者“我不相信他”,等等。因为你相信实验结果,就必须相信实验;你相信实验,就必须相信这个社会共同体,这是第一步。

第二步是检验争论的细节,这个过程称为“校准”。例如,物理学家为了检验引力波究竟是否存在,用实验设备进行检测,并说他们使用了最好的检波器。因为没有确定的实验结果,所以,他们不能用设备检验到实验结果,只能用设备说明自己的发现,这叫校准。每个人都看得出来,韦伯的实验不如别人的实验做得好。因此,认为已经知道哪一个探测引力波的实验是最好的,这是问题的结果,但不是原因。韦伯反驳说,检验实验不是检测引力波本身。引力波是一个新东西,没人能说清楚引力波究竟是什么样的。所以,怎么能说判断出哪个实验做得好,就等于是判断出引力波是否存在呢？校准并不是中断实验流程,而是另一个回归(循环)过程。或者说,校准过程本身是一个循环。你要知道如何校准,必须知道校准的是引力波;知道了引力波,必须知道怎样检测引力波;然后循环往复,成为一个大循环。

有时,有些哲学家说实验循环类似于奎因论题。奎因论题揭示了测量的困难。假设实验依赖于真的信念,再通过实验发现真理。实验循环是实验室常见的问题,既不是理论问题,也不是哲学问题。科学家的真正问题是,他们在所工作的实验室里进行争论。另一种方法是,试图运用理论打破实验循环。你可以很简单地说,韦伯可能探测到了引力波,因为他的实验仪

器很灵敏,足以捕获到引力波。如果能探测到引力波,引力波必须很强,那么,能量来自哪里呢?能量来自运转的行星,你进行探测后会说,韦伯一定是错了。这是我的观点,与奎因命题接近。例如,在一个小岛上有两个人,一个是预言了引力波理论的爱因斯坦的相对论,另一个就是韦伯的理论。水在不断上涨,小岛变得越来越小。科学家们怀疑韦伯理论的正确性,水面代表他们的怀疑。水面越上涨,表示越怀疑,直到岛上只能留下一个人为止。另一个将要被淹死的人是韦伯。但是,他可以把坝上的石头移走。这些石头代表不同的假定或实验结果。这样,两个人都可以活下来。但是,他们可以说:“我不相信这个实验结果。”因为很少有人能发现引力波。这就是 EPOR 的第一步为什么很难的原因。

另一个例子是 1887 年的迈克尔逊-莫雷实验,测量光速是否会受地球运动速度和以太风的影响。当时认为有以太存在,当地球绕太阳旋转时,会遇到以太风。迈克尔逊和莫雷通过实验探测以太风。他们发现,探测不到以太风。这正是现在物理学课本中讲到的光速是一个常量的由来。直到爱因斯坦 1905 年提出狭义相对论后,才有人理解了这一点。但是,迈克尔逊-莫雷实验并没有得出光速是一个常量的结论。迈克尔逊和莫雷没有发现这个结论,因为他们没做好发现的准备。他们要探测的是地球的速度,但是,什么也没有找到,实验失败了。要证明光速是一个常量,他们必须一年探测两次。当你查阅物理学课本时,书上一定说他们在 6 个月之后又进行了一次测量。事实并非如此。他们没有这样做,教科书说的是错的。另一种情况也许是高山或建筑物阻挡了以太风。你应该在高山上或建筑物上进行实验,但他们都没有做。你要知道的是,迈克尔逊和莫雷的实验直到 1905 年才得到验证。1924 年,他们的同事米勒重复了这个实验,并发现了以太的存在,测到了以太风。1925 年,美国科学协会为米勒颁发物理学奖。1928 年,米勒与迈克尔逊展开了激烈的争论。霍金认为,1887 年迈克尔逊和莫雷做的实验,他们比较的是沿地球运动方向和与此垂直方向上的光速,令人吃惊的是,他们的结果原来与米勒的结果相同。

进行科学知识社会学研究的另一项重要工作是组织。你必须认识到和看到科学共同体。科学共同体有一个核心层,在这个核心层,科学家围绕科学实验展开科学争论。如果你要研究科学知识社会学,你必须找到并进入这个核心层。因为离开核心层的任何事都有可能发生改变。核心层之外的第二层是记者和科普作家,这些人不在核心层之内,他们不知道下一步会发

生什么。核心层是非常复杂的,有许多争论,许多反对意见,许多推理,许多证明。在科学上,距离产生美是指如果你远离核心层,你会认为,在核心层里做的任何事情都是必然的和真实的;如果你进入这个核心层,你会发现,任何细小的偏差都会在实验中出错。我参加了冷聚变实验,这是个非常有用的理论。但是,有人告诉我说,冷聚变的东西全是垃圾。我问他是怎么知道的,他说:"我是社会学家,我读了这方面的书。我能证明,它完全是错误的!"然而,他的知识只是从对科学文献的评论家那里间接获得的。必须非常注意的是,如果你要想成为一名科学文献的评论者,你必须确保自己的知识真的来自科学的核心层,你必须深入到科学家中去,而不能只是读别人的几本书。

三、公共领域内的真理、专业知识与科学

我在近30年的时间内一直关注探测引力波实验的情况。首先,我发现,核心层的物理学家对实验结果争论不休,而外层的人与这些物理学家是有距离的。外行们都相信这些核心层的科学家所做的研究实验、发表的论文、提出的观点。1975年,核心层的物理学家都不相信韦伯发现了引力波的实验。在此之前,韦伯原本是核心层的人物,但是,1975年之后,他成为一个边缘人物,被从核心层排除出去。是他的思想有问题吗?因为他还活着,他有许多研究宇宙学的朋友,他们形成了另一个小范围的核心层,我称他们为"被排斥在外的科学家"。在此后20年或比20年更长的时间内,出现了两个核心层:一边是科学共同体中的核心层,一边是"被排斥在外的科学家"的核心层。这样,形成了两个并列的科学家或物理学家群体。

在这段时期,被排斥在外的科学家照样能发表论文,能找到基金资助,能进行实验,这是很令人惊奇的。没有人相信他们还能获得资金进行实验。他们是从哪儿获得资金的呢?他们并不是从主要的基金会——美国国家科学基金会那儿获得资金。通常,大多数实验项目都是从那里获得资助。美国国家科学基金会停止了对"被排斥在外的科学家"的资助。然而,他们却从其他政府机构获得了资助。比如,他们的研究得到美国海军的资助。这是为什么呢?因为韦伯提出了一个新理论,只有他的研究小组相信,他们比别人所认为的更有可能发现引力波。他们对引力波理论和其他物理学的研究,是发现中微子。中微子是量子反应、裂变和核反应的产物。核反应产生中微子,但是,中微子是极难找到的。寻找中微子的仪器甚至比一间房子还

要大。韦伯与他的新理论说明,发现中微子的仪器只需要拳头大的一块晶体,这是至关重要的。

因为发现了中微子就找到了潜水艇能量的来源,所以,如果韦伯是正确的,那么,美国人将能探测到俄罗斯的潜水艇。所以,海军决定资助他的研究。因为很少有人相信韦伯是正确的,所以,我们说,韦伯获得正确研究结果的可能性也许只有百万分之一或千万分之一。正是由于这个原因,美国国家科学基金会或其他国家的基金会不会资助他的研究。如果资助的话,其他科学家会指责基金会是在浪费金钱。然而,即使可能性非常小,海军却愿意提供资助。因为如果有可能看到潜水艇的话,一旦俄罗斯先看到美国的潜水艇,他们将看清美国的一切。所以,即使可能性非常小,海军机构也会对他进行资助。

他们获得的基金不是普通的基金,而是类似于帕斯卡基金的基金。帕斯卡是一个法国哲学家的名字。帕斯卡最著名的是提出了帕斯卡赌金或叫做帕斯卡赌。帕斯卡说你必须相信上帝,因为相信上帝是无花费的。如果你失败了,你就会相信命运。所以,不拿任何东西做赌注,就是相信上帝的存在。帕斯卡说,如果你相信上帝,你的花费会最少;但是,如果你不相信上帝,那你的赌注、你的惩罚将是巨大的,意味着你会下地狱。所以,你必须相信上帝。花费很少的意思是说,把钱花在打赌上比把钱花在失败上损失要小得多。海军对韦伯的资助就是这个道理。研究的花费是100万美元,但是,如果他们作出了错误的选择,让俄罗斯看清了美国的潜水艇,而美国却看不见俄罗斯的潜水艇,那么损失将是巨大的。为此,那些被排斥在外的科学家仍有可能获得资助,发表论文,继续他们的研究。在西方,人们对所发表的论文很漠视,尤其是物理学杂志办得又很糟糕,没有人在乎你是否发表了论文。因为即使发表了,也没有人会读你的文章。如果他们知道你是被排斥在外的科学家,就更没人读你的文章了。那些被排斥在外的科学家们之间相互讨论、互相联系。甚至没人在乎他们是否会继续发表论文。发表论文与发表后有人阅读是截然不同的。发表论文很容易,但是,让人来阅读所发表的论文却非常困难。50%的人文章发表了从来就没人读过;19%的人发表的文章其实只有很少人读过;只有当你达到了顶层,即成为10%当中的人,才会有人读你的文章。如果你希望人们都来读你的文章,你就必须成为1%当中的人。这就意味着,如果你的知识全都只是来源于书本的话,你的那些关于未来发展趋势的观点将会是完全错误的。因为你读的文章很

可能是由那些科学核心层之外的人所写的,而你不知道只有核心层的科学才是真正的科学。这就是为什么阅读论文时,你都必须找到一个科学共同体的原因所在。

被排斥在外的科学家发表了四篇科学论文:一篇是在 1982 年,他们说“我们看到了引力波”;一篇是韦伯在 1984 年的理论研究;一篇是在 1989 重复说“我们将会看到引力波”;一篇是在 1996 年发表论文说“引力波与宇宙的产生有关”。1982 年的论文被完全忽略掉了。我对 1996 年发表的那篇论文的受关注程度做了一项调查。当我问物理学家是否读过这篇论文时,他们却反问道:“难道你读过吗?”他们根本不记得有这篇文章。这篇文章写得很严谨。如果结论是对的,那么,实现这个结论就非常非常重要。我的调查结果表明,只有三个人读了这篇论文:韦伯(论文作者)、编辑和我。这是真的,没人读过这篇文章。当然,没人读,自然也没人会批评它。1982 年的文章也是一样,没有人对它进行评论。它们就这样躺在杂志里。如果你是一个外行,偶然打开杂志读了这篇文章,也许你会相信那是真的。而 1984 年与 1989 年论文的情况则有所不同,它们与核心层的科学家的论文相矛盾。

非常奇怪的是,他们为什么会写这些论文呢?1980 年探测引力波的设备已经非常巨大了,但是到了 20 世纪 80 年代中期有人发明了更大的机器即 LIGO。1980 年探测引力波的设备花费了 100 万美元,而 LIGO 这种机器竟然花费了 250 万美元。现在它们一个在华盛顿,另一个在路易斯安那。在发表 1989、1990 年的论文时,韦伯等人希望从美国国会那里得到 250 万美元去建造这样一个设备。结果会怎样呢?当你希望得到 250 万美元时,决定权不仅在核心层的科学家那里,而且还在外层科学家那里。当你做一个小实验需要钱时,决定是否给你钱的是那些所谓的专家,即核心层的科学家。有意思的是,如果你需要的资金数目非常之大时,是否给你钱,则是由核心层之外的人来决定的。但是,核心层的科学家没看过那些他们必须了解的所谓被排斥在外的科学家的论文,他们不知道探测引力波的花费不止 250 万美元。所以,他们说如果真的花 100 万美元可以完成,为什么要给你 250 万美元呢?这就是为什么让核心层的科学家来读那些所谓被排斥在外的科学家们的论文是必不可少的原因所在。资金的落实正是对 1992 年和 1996 年论文的回报。1989 年的论文仍无回报,因为争论还在继续。这些正是社会学或哲学所发现的。告诉你被排斥在外的科学家的实际状况:他们

有时让人相信、有时被人忽视、有时斗争,以及他们这样做的理由。如果你要了解科学文献,你必须要了解这些情况。

在发表论文方面有两种哲学。只有当你能确保结论的正确性时,你才有必要发表文章。我把这种人叫做个人主义者,意思是自己掌握证据。他们的证据归属于他们自己或他们的实验室。还有一种人叫做集体主义者,认为对真理的贡献归功于整个科学共同体。所以,集体主义者在结论尚未确证的情况下就会发表文章。集体主义者公开的是可靠性差的结论,而个人主义者公开的是可靠性强的结论。在美国,大部分研究者都是个人主义者;同时,还有意大利的集体主义者。美国人认为,意大利人公开的结论并不确定,认为这些意大利组织无责任感;意大利人则认为,美国人是用暴力来阻止别人发表论文。美国人会说:"我们发现了这个结论,我通知你了。所以,如果你也发现了同样的结论,你必须告诉我。"可是,其他人不能说他们发现了引力波……应该说:"那也是我的想法!"之所以这么做,是因为美国人知道意大利人也正在做这项研究。如果意大利人已经探测到引力波,他们也没什么值得骄傲的;但是,如果意大利人是错误的,美国也没什么损失。这样,美国和意大利相互施加压力。我认为两者都是正确的,因为论文的发表与实验是不同的。由于时间关系,关于引力波问题就谈到这里,详情请阅读《引力的阴影》一书。

今天我要谈论的第二个主题是关于专业知识的问题。1990 年,我们出版了《人工专家:社会知识与智能机器》一书,这本书讨论了智能机器的问题,书中的论证很简单。主要观点认为,理解知识的个体必须是科学共同体的成员。但是,没人知道如何编程才能使智能机器成为科学共同体的成员。我们不知道 IBM 语言转换器是怎样工作的。当然,语言转换器是不懂语言的,它只知道执行程序。这本书说明了为什么计算机与人的理解是不同的,然后,说明了它们所有的错误和问题。智能机器会不断地得到改进,但是,它永远不可能像人一样思考。我们永远不知道怎样把智能机器作为科学共同体的成员。所以,这就是一个新发现——如何使智能机器成为一个家族,有孩子,让它们成长。问题是,怎样让智能机器做所有的事情,而这些知识是属于人类的知识,属于科学共同体的知识呢?人类的行为有两种:多形态行为——用不同的方法完成同一件事;单一形态行为——用相同的方法做相同的事。

如果我可以模仿树的话,现在,我就是一棵树。那么,树也可以模仿我,

模仿我们的人类行为吗？正如我和库什所说的，“单一形态行为”是可模仿的行为，比如电脑模仿人类。另一种是“多形态行为”。之所以叫做多形态行为，是因为这种行为总是在发生变化。例如，每天早上你来到办公室看到秘书时，也许都会说“你好”。但是，如果你每天都用同一种语气说“你好”，人们就会认为你非常傻，这也会成为一个笑话。当你每天说“你好”时，总会有些不同，这就是“多形态行为”，是一种总在变化的行为。单一形态行为是重复一模一样的行为，电脑所模仿的是单一形态行为。

引力波的大项目给我带来了另一个值得思考的问题。我花了许多年的时间研究引力波。尤其是在近10年内，我参加了所有的引力波会议。我与引力波科学家们一起吃饭、一起聊天，与他们开玩笑，与他们中的许多人成为好朋友。现在，我最好的朋友就是引力波方面的科学家。在开会时，他们见到我，也把我当做他们中的一员。我与他们谈论物理学时，我说：“我不知道你们建的是什么，为什么建成这样，而不建成那样？”他们说：“不，不，你不懂。”偶尔一两次也说：“也许你是对的。”我的问题是，与他们相比，我在物理学方面所了解的引力波是什么。现在，我还不知道答案，因为我无法发表关于引力波的论文，我不能做探测引力波的实验。但是，我了解物理学中的引力波，甚至能谈论引力波问题，虽然我所知道的物理学知识还远远不够。比如，我可以向一位引力波物理学家传达另一位引力波物理学家的有用信息。有两位非常重要的引力波物理学家，其中一位是课题组负责人，我们坐在一起喝着啤酒，然后，他告诉我，东京的引力波研究遇到的困难是光的反射问题。我说：“你错了，这个没问题。因为在东京我问过他们，他们说没问题。他们向我证明了。”他们之所以相信我，是因为相信我了解事实真相，也能向别人解释清楚。甚至有一两次我的结论是正确的。这都是因为我花大量的时间与他们谈论的结果。

我发明了两个短语，一个称为“互动的专业知识”(interactional expertise)，这是指已经掌握了特殊领域的语言，但是，没有系统地掌握能进行专业研究的知识；另一个称为“可贡献的专业知识”(contributory expertise)，这是指掌握了该领域内能进行专业研究的知识。物理学家虽然还没有提出成熟的引力波理论，但是，我们之间可以相互讨论。对我来说，这提出了一个重要的问题：我不懂科学，怎么能研究科学呢？我的观点是，如果我掌握了“互动的专业知识”，我就可以研究科学了，这是我掌握了科学的标志。这就是社会学家解决问题的思路：不是科学家，也能研究科学。

在20世纪40年代到60年代，西方科学的地位非常独特，也非常强大，没有人能打进科学内部。到70年代至90年代，社会学家和其他人希望打进科学内部，结果走向了反面。今天，科学遇到的麻烦是，它们很成功。现在，在英国，没人再相信科学了。走在路上的人都认为自己是某方面的科学家，这是一个灾难。比如，英国的疫苗灾难。英国政府希望通过给儿童注射疫苗避免麻疹和风疹。但有一位医生说，他认为接种疫苗会导致自闭症。其实他并没有任何证据，只是断言。但是，父母们却都相信他的断言。因为他们看到得自闭症的孩子差不多都接种过疫苗，所以父母们说："看，接种疫苗，使我们的孩子得了自闭症。"报纸报道了这条新闻，题目是"这些母亲说接种疫苗使我们的孩子得了自闭症"，并且同时刊登了传染病学家认为幼儿应该接种疫苗的重要性。一边是父母，一边是传染病学家，报纸使他们具有同等分量。所以，有些父母开始拒绝为他们的孩子接种疫苗，孩子们开始感染麻疹、风疹等非常严重的疾病。孩子们之所以由于这种无根据的对话而死去或残疾，是因为现在英国父母们不相信科学。

20世纪40年代到60年代发生了第一次科学革命，70年代到90年代发生了第二次科学革命，现在开始了第三次科学革命。第三次科学革命在哪里呢？不可能是再回到第二次科学革命，因为已经证明第二次革命是失败的。所以，相对主义与实在论的争论，并不是问题所在。我们不可能回到实在论，实在论已经真的不起作用了。现在，我们不再讨论真理问题，我们必须讨论的是专业知识。专业知识就是具备了做某事的能力。在发明了TEA激光器的科学共同体中，第一个创造出TEA激光设备的那个人就具有某种特殊能力。在建立激光器领域内他是专家。所以，第三次科学革命是对自然科学家的专业知识进行研究。这项研究的起点是区分"互动的专业知识"与"可贡献的专业知识"。我们没有必要再担心什么真理、相对真理、绝对真理等问题，我们只需要了解专业知识。

我们要明白，根据"互动的专业知识"把我与物理学区分开来的可能性有多大。换句话说，我要弄清楚，假设我是互动专家，在引力波实验中，你能通过只问我和其他引力波物理学家问题来区分我们吗？以色盲为例，一些人尤其是男人，不能区分红色与绿色。但他们一出生，就生长在每个人都谈论颜色或有颜色感觉的社会中。那么，从理论上讲，色盲最多能掌握多少专业知识？也许他们在区分红色和绿色的实验中，并不具备"可贡献的专业知识"，但是，他们有很强的"互动的专业知识"。这是真的。例如，有三个

人用电脑,一个人是色盲,另外两个是正常人。这些人用电波相连,相互看不见对方,但是他们可以通过键盘交流。事先告知这个色盲假装能分辨颜色,告知能分辨颜色的一个人如实回答问题,另一个当裁判,他通过问他们问题来区分谁是色盲。如果有人有最大程度的专业知识,如果具有“互动的专业知识”的人与具有“可贡献的专业知识”的人对他的问题给出了相同的回答,那么,他就不能只通过提问的方式区分出谁是谁。

另外一个事例是根据人的辨别音符音高的能力做实验。有些人能根据所听到的声音分辨出音符,而大多数人则不能。我们称之为“音调”实验。我们认为只有少数人对“音调”很敏感,他们能听音乐、找到音符在乐谱上的位置。但是,那毕竟只是少数人,大部分人是乐盲。对一个乐盲和一个音乐家来说,我们让乐盲装成音乐家,然后,裁判根据听音练习区分哪个人是乐盲,哪个人是音乐家。结果一定是成功的。因为不是所有的人都生长在音乐世家。色盲的成长环境与有颜色辨别力的人的生活环境相同;而乐盲通常不是生活在音乐世家,因为只有极少数人懂音乐,具有听音能力。所以,在色盲实验里色盲可以被认为是具有颜色辨别能力的人,而乐盲却不能被认为是具有听音能力的人。两个实验得到完全相反的结果。这样我们开始理解了“互动的专业知识”。在辨别颜色的实验里有“互动的专业知识”,而在听音高的实验中却没有“互动的专业知识”。这就是实验表明的结果。

我认为,这些实验表明,专业知识不是社会建构出来的,而是真实存在的。也许你可以把专业知识作为你的研究项目。今天的报告到此为止。

(本文由成素梅和张帆根据柯林斯先生于2005年4月6日至9日在山西大学科学技术哲学研究中心所作的演讲录音整理而成。经柯林斯先生授权,成素梅对录音进行了必要的删节与语言方面的修改,并同意在本刊发表。)

附录二　哈里·柯林斯访谈录

科学知识社会学的宣言*

——哈里·柯林斯访谈录

成素梅

（山西大学科学技术哲学研究中心，太原，030006）

哈里·柯林斯是英国卡迪夫大学社会学资深教授，知识、专业知识与科学研究中心主任，世界著名的科学知识社会学家。2005 年 4 月 5 日至 12 日，柯林斯在山西大学科学技术哲学研究中心进行学术访问与讲学期间，我就其科学知识社会学思想对他进行了专访。

问：柯林斯先生，您能明确地谈谈您的观点与布鲁尔和拉图尔的观点之间的差别吗？

答：与拉图尔观点之间的差别相比较，我与布鲁尔的观点很接近。至关重要的是，我与布鲁尔的思想都是基于维特根斯坦的后期哲学；而拉图尔则始于符号学和其他法国哲学。首先，我与布鲁尔之间的差别很小。我把自己称为"方法论的相对主义者"。布鲁尔说，我应该被称为"方法论的理想主义者"，并且说，这种观点是站不住脚的。我无法理解他为什么会这样说，因为似乎对我而言，方法论的相对主义是他自己的"对称性原理"的实际推论。我认为，在这里，布鲁尔的确是产生了某种误解。我们曾经就此问题交换过意见，但是，没有机会达成共识。

20 世纪 70 年代初，我与爱丁堡学派的差别很大，因为我认为自己是一名认识论的相对主义者，而他们却不认可相对主义。到 1981 年，我意识到，我无法证明认识论的相对主义，并解释说，我已经改变了自己的思想，成为

---

* 本文受国家教育部哲学社会科学研究重大攻关课题"当代科学哲学发展趋势研究"项目资助，项目批准号：04JZD0004。

一名方法论的相对主义者。我在1981年刊登在《社会科学哲学》上的“什么是真理、理性、成功或进步”一文中对此进行了说明。在这篇文章中，我指出了布鲁尔的强纲领与我的“相对主义的经验纲领”(EPOR)的某些区别。特别是，我注意到，除了中间两个信条之外，强纲领的第一信条和最后一个信条是不必要的。关于相对主义的最新讨论，可参见我合作主编的《一种文化?》一书*的第15章。

我与布鲁尔的差别更多地集中在实践方面。他的一生主要以哲学家的风格工作，即他的工作来自学习。尽管我有时认为并主张，在哲学上，我的思想往往来自实地考察(fieldwork)：有时，作为方法论的相对主义思想的情形，我的哲学思想所关注的是我研究的实践；有时，作为实验者的回归(the experimenter's regress)的情形，我受到了实地考察经验的引导。但是，布鲁尔与我的这种差别越来越不明显。首先，我们应该注意到，爱丁堡学派的成员很快在巴斯大学着手进行我所从事的实地考察研究。在当今世界上，还没有任何一个人能比爱丁堡的麦肯齐(Donald Mackenzie)在方法上和程序上更接近于“巴斯学派”(Bath School)的进路。同时，当前，布鲁尔自己已经转向了经验研究——他正在对第一次世界大战期间的空气动力学进行详细的历史分析。

简而言之，布鲁尔和整个爱丁堡学派与我自己和巴斯学派的EPOR之间从来没有很大的差别。随着时间的推移，我们的观点会越来越接近。然而，当谈到拉图尔时，会发现我们之间存有很大的差异。

我已经提到过，维特根斯坦与符号学的出发点是不同的。此外，我们在学术训练方面也有一个重要的差异。我是一名社会学家，而拉图尔是一名哲学家和人类学家。作为一名人类学家，他相信，外行的观点是有价值的；而我则认为，当外行注意到新文化的独特特征时，他们只不过是对内行赋予这些事态的意义感到困惑而已。在我看来，重要的是尽可能彻底地了解你所研究的群体，然后再“使你自己远离”这个群体。拉图尔作为一名外行，在索尔克研究所(Salk Institute)开始了他早期的实地考察研究。然而，就我所知，他从未在一个实验室里花费过大量的时间，而我为了接近这种完美研究的理想，与研究引力波的科学家一起，渡过了我生命中最近10年的

---

* 中译本：《一种文化？——关于科学的对话》，杰伊·A·拉宾格尔、哈里·柯林斯主编，张增一等译，上海科技教育出版社，2006年。——译者

时光。我会说,这些年来,拉图尔没有设法接近过科学家,而我则竭尽全力不断地加深对科学家的了解。

或许,正是这种差别说明了其他问题。任何一个人都可以概括地说,拉图尔是在远离科学的情况下发展理论的。作为一个推论,这些理论所需要的科学知识很少 ,而且这意味着不要求学者们一开始就关注科学。他以符号学为出发点,强调了他要求学者们关注文学、文化研究和其他人文学科,我的进路则需要投入到科学中去——也许,更多地求助于科学共同体中的科学家。我的工作是有意劝说科学家认真地接受社会学,特别是,我通过对探测引力波案例的跟踪研究,出版了一本很厚的专著——《引力的阴影》,即使这意味着这本书中含有太多的科学,对从事文学和人文科学工作的整个群体以及最初从事文学工作的社会科学家来说没有吸引力。

此外,我着迷于科学并认为自己是一名科学家。我相信,科学——我意指,通过科学,承诺对明确的(在我的事例中是社会的)真理的认真探索,不管这种探索是否能够达到目的——比把世界看成是一个被解释的"文本"更加引人注目。把世界看成是一个文本或一个符号系统,将鼓励人们提出包罗万象的特大理论。因此,拉图尔认为,甚至应该把人类与机器和动物之间的差别视为一种解释。我认为,我们的理论是很不全面的,这些理论会把人类置于世界的中心。我还认为,当一个理论太全面时,对世界没有任何效用,只是使一切保持原样,尽管它是用不同的话语描述这一切的;一个关于万物的理论等同于提出了关于无(nothing)的假设。我们可能会说,关于万物的理论面临着波普尔所担心的不可证伪的危险;我们没有必要同意波普尔的证伪标准就会明白,一个较好的理论是在接受它的过程中经得住反驳的理论。因为我们知道,理论是否经得起考验,对人们来说,是很重要的。行动者网络理论可能几乎经不起反驳(总有一些容易上当受骗的人不理解这一点),因为尽管以新的方法进行描述,但是,自然界和社会的作用依旧没有任何改变;方法论的相对主义要求科学的分析家把社会的作用视为比自然界的作用更重要。然后,我们会注意到,我们能够"感觉到"理论对我们的影响。有时,使我们感到不安——我们应该更喜欢可靠的理论,而不是易变的或空洞的理论。

总之,我更喜欢小的、足以揭示科学世界的理论,如果我们的进路不足以与世界相隔离,那么,我们就无法了解关于世界的新知识;如果我们的进路过分地与世界相隔离,那么,我们只能了解谈论世界的新方式;为了改造

世界，我们必须拥有中间层次的理论——大到足以为我们提供与常识相反的洞察力，但是，不能大到把概念同样地应用于任何事物的程度。例如，这种理论有可能提出对基于下列事实的人工智能的批评：在人性的意义上，机器不是我们制造知识的共同体的组成部分。拉图尔不可能写下对机器的批评，因为他的理论认为，机器的感知力是同盟者群体中的一个解释问题，与机器的类人性无关。因此，他可能无法回答应该如何理解机器与人的边界问题。

到目前为止，所讨论的许多差别在我题为"认识论懦夫"(Epistemological Chicken)的一篇文章中进行了全面的论证。这篇文章发表在由皮克林主编的《作为实践与文化的科学》一书中。我在《引力的阴影》一书的第43章阐述了中等大小的理论观念。

最后，在拉图尔与我之间还存在着一种道德上的差异。拉图尔拥有马基雅维利式(Machiavellian)的科学理论：科学真理是从最强的协作中涌现出来的。就我所能了解的情况来看，他为了尽可能地吸收观察世界的许多其他方式，通过提出非常抽象的理论，并因此而调整很灵活的观念，使这一点在他自己的工作中融入实践。这些普遍的理论能够与很大范围的其他观念相一致，因此，对于那些希望在不改变其实践的前提下把自己看成从事最前沿的新观念研究的人来说，这是很有吸引力的。他使别人易于接受自己的思维方式的这种策略，是非常成功的，特别是，因为它不需要进行艰苦的实地考察和深入了解科学世界。于是，似乎对于拉图尔而言，他提供的科学描述产生了实践科学分析的规定：他不会对道德哲学家穆尔(G. E. Moore)提出的"自然主义的谬见"(naturalistic fallacy)感到困惑。自然主义的谬见是指根据描述来获得指定的规则，或者说，根据*是什么*的描述得到*应该怎么样*的规则。对于拉图尔来说，科学是什么的描述似乎导致了科学和社会科学应该怎么样的规定：如果一种科学观是通过建立同盟来增加说服力的，那么，一种社会科学观也应该通过建立同盟来获得权威。另一方面，尽管我把科学描述成为一种普通的活动，与任何其他人类活动没有什么两样，但是，我并不认为任何事情都是你应该如何行动的结果。事实上，我是一位关于科学责任的浪漫主义者，我认为，即使科学完全*是*(is)社会的，个体科学家仍然*应该*(ought)按照好像科学不是社会的那样行事。科学家应该仍然相信，任何一个人都有可能发现真理，而且，真理的发现是在严格地避免作出让步的同时，通过建立有洞察力的理论、不懈的观察和实验获得的。这同样

适用于社会科学。我在 1982 年刊登在《科学的社会研究》杂志上的“特殊的相对主义:自然的态度”一文中第一次表达了这种观点。在这篇文章中,我论证说,科学家的研究应该把自然界看成是真实的;而社会科学家的研究应该把社会世界看成是真实的。这也是方法论的相对主义。

在“自然科学态度”(natural scientific attitude)的范围内,科学英雄依然是把世界作为个体来接受的那些人。与此同时,我作为一名社会学家,承认他们达到了他们似乎要达到的目的,只是因为他们的研究语境。因此,我的科学观的动机是反驳。然而,正如我所理解的那样,拉图尔的理想科学的动机是合作。不幸的是,我的理想使同盟更加难以形成。

我们一定不会忽略我们自己所受的社会学训练:如果人们有机会继续运用在教室里使他们成功的旧技巧——特别是阅读文献和分析文本的技巧——进行研究,那么,许多人将会对自己所熟悉的方式作出选择。我的观点是,我们必须坚持新的而且是困难的工作方式。这些使我们走出了教室和办公室。如果我们继续进行新的训练,那么,这种训练必须是新型的实践所要求的:只有这种方式,我们才能发展维特根斯坦所说的一种新的“生活方式”(form-of-life)。一种确实新的训练必须是一种新的生活方式,而不只是用新的词汇来描述旧的事物。

问:您在 2001 年合作主编了一本名为《一种文化?》的论文集。可是,早在 1959 年,斯诺就曾根据自己的亲身体验出版过一本名为《两种文化与科学革命》的很有影响的小册子。在这本书中,斯诺认为,知识分子(主要指人文学家)与科学家(主要指物理学家)之间存在着彼此互不理解的鸿沟,他们形成了两种不同的文化。您为什么不同意斯诺的观点,主张只有一种文化呢?

答:科学知识社会学已经表明,科学在很大程度上是一种普通的活动,这正是我说只有一种文化的理由。换言之,科学与制造知识的其他方式非常类似,至少,当我们寻找科学与其他知识在逻辑上或程序上的差异时,正是如此。这就是为什么拉宾格尔(Jay Labinger)与我把我们主编的书取名为《一种文化?》的原因所在。

问:如果根据科学知识社会学家的观点,认为只有一种文化,而且,这种文化还是由社会建构的,那么,如何理解像手机、电视机以及其他技术产

品的成功应用呢？

答：自 1981 以来，我已经对真理和实在论的问题不感兴趣。几千年来，人们一直对真实的与相对的或同一问题的其他形式争论不休。如果我们回到一千年之前，当时，仍然有些大学允许思想自由，那么，我们会发现，所进行的争论是相同的。大约在 1981 年，我断定，实在论与相对主义之间的战争是不会有结果的——既不能证明，也不能反驳。现在，我是把相对主义作为一种方法来使用的，并不对世界的形成方式作出某种断言。

关于电视和其他技术产品的问题，让我首先根据我在 1981 年之前所做的工作进行回答，我只是表明，电视机的存在并没有证明相对主义站不住脚。存在着许多可能的答案，但是，我只选择一个答案。我愿意说，我无法确定电视机的存在。在这方面，我是逻辑实证主义者的一个好伙伴，因为逻辑实证主义者也无法确定像电视机、人类、墙壁或比瞬间的感知更多的任何东西的存在。如果逻辑实证主义，或者说，任何其他形式的证实或证伪的哲学体系，成为说明我们关于无法论证的真世界的知识的一种满意方式，那么，最终，实在论是比相对主义更经济和更有吸引力的理论。但是，一个接一个的哲学体系并没有找到一致地描述我们如何认识现象（与实体相对）的关键所在，因此，电视机等技术产品是不解决任何问题的。

现在，让我根据 1981 年之后的观点进行回答。我只是说，“那不是我的问题”。我的问题是，区分真假，然后，根据当时的目的——即我为了进行可信的和感兴趣的案例研究，所需要的目的——选择分界线。这就是方法论的相对主义。尝试它——你将会喜欢它！用不着担心，一旦你习惯于对无法解答的问题不选择一种答案的观念时，对这些问题的解答方案，无论如何，不会影响我们在世界中所做的任何事。相对主义与实在论是一个非常大的问题，对这个问题有许多看法，而且，我们会同样确定地坚持完全相反的观点——这表明，我们持有哪一种观点其实并不重要。

问：1985 年，您出版了一本专著——《改变秩序：科学实践中的复制与归纳》，这本书的主要观点是什么？

答：复制意味着其他科学家对实验的重复，归纳是对过去的实验进行概括。这本书所论证的观点是，一个可重复的实验成功地确定了特许一种新的归纳概括——例如，我们过去探测引力波的经验允许我们概括地说，引力波在未来也是可检测的。这个论证的新颖之处在于，不是通过复制一个实

验,而是通过一个一致同意的下列决定,来确立一个实验的可复制性:所有产生了 X 的实验都是好的实验;而所有不产生 X 的实验都是不好的实验。在并存的意义上,这一点确保了真正的复制类型——产生 X 的那些复制——于是,X 的存在,在未来能够成为归纳概括的主题。

问:您在 1990 年出版的《人工专家:社会知识与智能机器》一书中讲到了"行为的体现",其主要观点是什么?

答:"行为的体现"(The Shape of Actions)是作为一种手段,来彻底解答我在《人工专家:社会知识与智能机器》一书中首先提出的问题。在这本书里,问题是由下列论点引起的:既然所有的知识都具有社会集体(social collectivities)的性质,既然所谓的智能机器并不属于人类的社会集体,因此,假如我们所说的智能是指能够模仿人类的行为,那么,它们就不可能是智能的。我表明,即使对简单的智能机器而言,例如,拼写校正器,这也是正确的。问题在于,因为所有的知识都是社会的,所以,它一定包括比如说算法这样的知识。但是,我们有能计算的普通电脑(或袖珍计算器),因此,我的论证一定是错误的!

最初的一部分解答方案是注意到袖珍计算器所进行的计算不同于人类的计算方式。例如,假如计算 7/11 × 11 的积,大多数袖珍计算器会给出类似于 6.9999 的答案;而一个人不用进行任何计算,就"知道"是 7。电脑不知道如何近似或适当地四舍五入,而所有计算的应用都要求进行近似和四舍五入。知道如何近似和适当地四舍五入,是知道对一个问题的正确解答意味着什么的问题。因此,有可能认为,7/11 × 11 的正确答案实际上是循环小数 $6.\dot{9}$,但是,有人说,这没有真正理解要问的问题,而这方面的问题,我们社会集体的一位成员是能理解的。(同样的观点可以通过在《改变秩序》一书中描述的"令人尴尬的学生"游戏的事例来理解。)再一次强调,为了知道要问的问题,你必须成为社会集体的一位成员。

为什么这只是最初一半的解答方案呢?因为在没有必要进行近似的地方,例如,我们不把计算应用于世界的现实问题,而只是进行一种算术练习,在这里,计算器对求积来说仍然很有用。这些情形中的依据是什么呢?回答是,人类是如此的多才多艺,以至于他们能酷似机器,即使机器不能酷似人类。有时,我们表现了酷似机器的一种行为;这是一种假象,好像我们不是社会集体的成员。算术练习就是此类行为的一个例子。

《人工专家》一书中第一次提出这些解答方案。在“行为的体现”部分，库施(Martin Kusch)和我应用了区分“多形态行为”(polimorphic actions)和“单形态行为”(mimeomorphic actions)的观念。“多形态行为”是指普通的人类行为，所谓相同的行为对应于许多“表现”或举止；“单形态行为”是指酷似机器的行为，在这里，相同的举动每一次都用来例示同一种行为。我们根据这两类基本的行为类型及其子类型，描述了人类所做的许多事情。运用这种区分，你能够确定(带有某些困难)哪类行为机器能模仿，哪类行为机器不能模仿。

问：《勾勒姆*大全》一书的要点是什么？

答：《勾勒姆大全》(*The Golem at Large*)只是追踪我们熟知的“勾勒姆”故事。勾勒姆替代技术，就像它替代科学一样，即表明，对于广大的读者来说，它不是纯粹而清晰的，而是模糊不清的——正如我们所描述的那样，是一块“工业钻石”。这个系列的下一本书将于今年秋天出版，书名是《勾勒姆医生：如何考虑医学》(*Dr Golem: How to think about medicine*)**。在这本书中，我们没有进行更多的论证。我们说明，医学是不确定的，但是我们也认为，从结果上看，病危病人所理解的医学知识与国家和集体所理解的医学知识之间有着重要的差异。医学不足以确定应该对一个病危的病人进行哪类治疗是有效的，但我们认为，国家只应该支持在科学上可证明的治疗方案。

问：您花了几十年的时间从事引力波案例研究的目的是什么？

答：我于1972年开始进行引力波研究。我选择这项研究，是因为学术界对一位叫韦伯(Joe Weber)的科学家是否探测到引力波的问题争论不休。韦伯说他已经探测到引力波，但许多其他科学家说事实并非如此。当我认识到，这个领域内的实验者更多争论的是谁的实验做得好，而不是实验结果时，这个案例研究向我提供了“实验者的回归”的概念。在他们对哪一个实验做得好达成共识之前，他们不可能论证实验结果，而且，争论会周而复始地进行下去。我在1975年发表的《七种性别》(*The Seven Sexes*)一文中公开

---

* 勾勒姆是希伯莱传说中的有生命的假人，转义为“机器人、自动装置”。——译者

** 中译本即将由上海科技教育出版社出版。——译者

了这个基本思想，但是，直到我撰写1985年出版的《改变秩序》一书时，我才发明了“实验者的回归”这一术语。在1976年之前，我一直从事这个领域的研究；1981年，我撰写了关于如何结束争论的第二篇论文。

此后，我用了几年时间从事人工智能研究。但是，到1993年，我开始再一次对引力波发生兴趣。从1994年直到最近，我几乎竭尽全力密切关注与追踪这方面的进展。2004年底，我出版了长达870页的《引力的阴影》一书，这是从20世纪60年代到现在关于引力波领域的一本社会学史。

在撰写这本书的过程中，我努力做了许多事。首先，我揭示了关于科学如何运行的许多论点。我很详尽地说明了发生在韦伯身上的事，以及实验者的回归是如何适用于他的情形。我也说明了他的观念最终是如何被废弃的。我表明，即使在科学共同体中的大多数人拒绝他的断言之后，对他而言，仍然留有逻辑的空间，而且还有少数人坚持相信这些断言。我还表明了，他如何用毕生的精力获得资助来继续从事大多数人认为无效的研究，以及为什么从某种观点来看，这种资助是合理的。换言之，我揭示了如何有可能同时存在着两种物理学。

我也揭示了在物理学的世界中，确实存在着与第一种物理学无关的“第二种物理学”。论文不断地得以发表，但是，主要共同体并不理睬它们。我所说的科学家的“核心层”(core-set)拥有它自己非正式的和默契的规则，来确定应该阅读或忽视哪一篇论文。最明显的发现是，韦伯在1996年发表了一篇论文，文中他断言，在他检测到的引力波和伽马射线脉冲之间具有重要的统计关联。如果这是真的，那么，这是一个非常重要的结果。但是，我问了这个领域的每一个人，就我的发现而言，只有三个人曾经读过这篇文章——韦伯、杂志的编辑和我。

韦伯的故事占了书的一半篇幅。其余的部分通过引力波的检测说明物理学如何从小科学发展为大科学。重点强调了共同体的作用，以及在管理人员和管理风格方面存在的引人瞩目的突变。甚至，根据在小科学和大科学中产生知识的不同方式，讨论了相当传统的社会学类型。

沿着这条思路，进一步分析了出版物的风格。在我所称的“证据的个人主义”和“证据的集体主义”之间，存在着群体当中的一个重要差别。证据的个人主义者认为，只有当做者确信论文的结论正确时，论文才能得以公开；证据的集体主义者认为，值得公开尝试性的结果，以便整个共同体进行检验和考证。这再一次说明，有可能存在着两种风格的物理学共同体，一个

共同体会为另一个共同体带来烦恼。顺便一说，我在《引力的阴影》一书的第22章，根据意大利人的驾驶风格（集体主义者）与美国人和英国人的驾驶风格（个人主义者）之间的类比，描述了这两种风格之间的差别。如果我在写这本书之前访问过中国，我会以中国人的驾驶风格作为集体主义的一个例子，因为中国人比意大利人更极端。为什么称其为驾驶的"集体主义者"呢？这是因为，它取决于所有的司机都确信，无论你做什么，只要没有撞倒你，就不会有交通事故，而不是取决于个人遵守交通规则，来确保不给其他人带来任何不便。在英国，几乎所有的责任都取决于个体司机（像在特殊的集体主义中的个体科学家一样）；在中国，几乎所有的责任都取决于其他司机。

在《引力的阴影》一书中，我主要在对科学本性的哲学讨论和科学知识社会学的方法论范围内说明科学。在这本书的最后两章，我对研究本身进行了讨论。我认为，分析科学主要有三种方式，它们随着在多大程度上把科学看成真的和确定的以及在多大程度上看成是相对的变化而变化。一个极端是把整个世界都看成确定的和真的，另一个极端是把整个世界都看成可变的或相对的。中间方式要求分析者根据当时的目的，对在多大程度上把世界看成真的和确定的以及在多大程度上看成相对的作出选择：这就是方法论的相对主义。

在《引力的阴影》的最后一章，我也讨论了"互动的专业知识"（interactional expertise），我在《科学的社会研究》杂志上发表的"科学研究的第三次浪潮"一文中，第一次谈到了这个问题。专业知识（expertise）是我当前研究的主要课题。

《引力的阴影》一书的一个重要特征是，它是根据科学家的见解写成的。尽管它在社会学的意义上没有作出让步，但是，有足够的细节，包括科学的细节，使它对科学家而言具有可读性。我希望说服科学家；希望它有助于结束"科学大战"，并使科学家与科学知识社会学家走到一起。到目前为止，科学家对本书的评论已经很明显并受到了广泛的赞同，而不是表示轻视，有一两篇书评是很肯定的。因此，这本书看起来好像是成功的，尽管它的篇幅很长。

我希望我的引力波项目一直继续进行下去，直到检测到引力波为止。我的整个计划是，把检测到引力波的最终事件与所有被拒绝的断言进行比较。我希望尽力回答下列问题：从引力波的实验来看，一个成功的断言与一

个失败的断言究竟有什么差别?

问:非常希望您能在引力波研究方面得出有创建的结论。那么,什么是互动的专业知识呢?

答:我所断言的是,我花了10年多的时间与科学家生活在一起,我具备了运用某种技巧与他们谈论其学科的专业知识——这就是互动的专业知识。它不同于建造引力波检测器的能力或在物理学杂志上发表一篇论文的能力;我把这些能力称为"可贡献的专业知识"(contributory expertise)。我在《现象学与认知科学》杂志上发表的《作为第三种知识类型的互动的专业知识》一文中,试图用哲学语言说明互动的专业知识。从我们的专业知识网站"www. cf. ac. uk/socsi/expertise"上能下载这篇论文。重要的是,一旦人们在两类专业知识之间创造出一种区分,就会开始提出更复杂的分类。我们称这种分类为"专业知识周期表",可以从专业知识网站和我们正在撰写的一本关于专业知识著作的两章中找到这种分类。例如,比互动的专业知识水平低的专业知识,我们称之为"第一手资料的知识"(primary source knowledge),它是通过阅读科学杂志得到的,而不是通过与核心层的科学家之间的谈话得到的。而这些科学家知道,哪篇论文值得阅读,哪篇论文应该被忽略。水平更低的专业知识是"大众理解",它是通过阅读第二手资料获得的,这些文章通常是由新闻记者撰写的,其中包括对第一手资料的消化吸收和简化的版本。我们现在需要理解这些不同的专业知识进行相互作用的方式。

问:您所关心的许多问题都与科学哲学相关,为什么您称自己是社会学家,而不是科学哲学家呢?

答:我于20世纪60年代获得学士学位,于1970/71年获得硕士学位。尽管这两个学位都是社会学方面的,但是那个年代,在英国很盛行的是社会学包含有大量的哲学。也许由于这个理由,我努力回答的问题总是与哲学家试图回答的问题相同或相似;很自然,我具备了哲学思维(至少我希望如此)。但同时,我是一位技术性很差的哲学家。例如,当哲学家告诉我说我没有完全理解维特根斯坦时,我往往回应说,我对维特根斯坦的理解对我来说已经足够了,因为我能够用它达到我想要达到的目标。

也许我可以这么说,似乎对我而言有两类哲学家:一类哲学家希望知道

世界是如何运行的,另一类哲学家希望成为最好的学者。第二类哲学家对哲学家和哲学著作比对世界更感兴趣。我衷情于第一类哲学家要问的问题,而且我努力为这些问题提供答案。我对第二类哲学家非常不感兴趣。这就是为什么我称自己是一位社会学家,而不是一位哲学家的理由。如果说,维特根斯坦所说的与我对他的话语的理解真的稍有不同的话,这对我来说并不是一个问题。关键在于,一种哲学思想的权威性应该依赖于对它的完善与使用,而不是依赖于一位作者的名声有多么显赫。如果我认为我所了解的维特根斯坦的思想是有用的而且完善了它,那么,假如与维特根斯坦所说的真的稍微有些差异,这并不是问题。然而,问题在于,那些话题是关于维特根斯坦的,而不是关于世界的。

同样,在关注世界是如何运行的哲学家当中,存在着两条进路。我认为,至关重要的是,我们是否希望与科学和科学家一起花时间理解科学。关键是观察,而不只是思考与阅读。世界比图书馆或办公室有趣得多。我相信,除了不同的工作习惯之外,在(第一类)哲学与社会学之间没有很大的冲突,两条进路应该合在一起。但是这将意味着,至少某些哲学家必须学会直接观察世界。在我看来,每一个好的哲学系都应该有一些人直接研究世界,而不是从书本中学习。我应该补充说,不仅大多数哲学家,而且大多数社会学家,都不愿意观察世界,我对此深感失望。许多社会学家已经发明了在始终不离开办公室的前提下做社会学研究的方式——甚至更令人惊奇的是,仍然假设社会学家的主题是更明显地关注社会,而不是书本。也许,如果我可以开一个玩笑的话,这证明了某些社会学家的真实天赋——他们所发明的做"社会学"的方式,几乎没有包括对他们所讨论的问题的考证方式!

问:既然如此,您认为,应该改变哲学研究的方式吗?

答:正如你从上面的回答中所看到的那样,我确实认为,科学哲学应该从科学知识社会学中吸收某些思想。但是,吸收社会学已产生的思想是很不够的。也就是说,正如我所描述的那样,最好要掌握"互动的专业知识",在没有获得"可贡献的专业知识"的情况下,互动的专业知识只能持续一代人。重要的是应牢记,正如韦伯论文的命运所表明的那样,文献知识不同于科学知识。哲学系必须长期保持与科学社会学的"核心层"的联系,如果他们打算长期坚持相联系的思想,那么,这将是进行哲学研究的最好方式。然

后，第二步是，改造科学哲学系，使一些人更多地以社会学的方式做事。正如维特根斯坦所说的那样，“不是寻找意义，而是寻找用法”。下一步是，如果我们希望哲学吸收社会学的思维方式，并且不再失去它，那么，一些哲学家也必须接受社会学的行动方式。思考和行动是同一枚硬币的两面，你不可能只有一面而没有另一面。

问：尽管科学知识是社会建构与发明的产品，但是，它也包括了真理的因素，如果不是绝对真理的话。您同意这种观点吗？

答：我不知道非绝对真理是什么样的，因此，我认为，问我们什么是“不太极端的”社会建构论的进路，这种提问方式是无益的。我认为，我们一定是重实效的。我所做的每一项社会学研究都包括了我把世界的大部分看成真的。当我调查科学家关于他们是否检测到引力波的分歧时，我不把引力波看成实在，但是，我把伏特计、激光、反射镜、电线、示波器、钢管、混凝土砌成的洞穴以及洞穴中放置的探测器看成真实的。我在相对主义的意义上看待这里的每样东西：毕竟，我可以生活在梦中（唯我论）或文本中，但是，我没有选择这样做。这不是一种哲学的选择，而是策略上或方法论上的选择。如果我选择在相对主义的意义上看待一切，那么，我对探测引力波的说明将转向对整个实在的说明：我那已经相当厚的著作，将会变得与宇宙一样大。因此，如果我希望探究世界，而不只是谈论世界，我一定总是在某些时候选择把某些东西看成真的。

于是，我们必须问的不是真理观的意义，而是它的用法。我用真理保护我不受同类项目的潜在倡导者猛增的影响，但是，我用非真理（non-truth）打开我要分析的世界的突破口。我在哪里用真理，在哪里用非真理，取决于我希望做什么。因此，在我探究的过程中，不是谈论事实真相——我不理解的一个概念——我是自觉地选择我把什么当做真的，把什么当做建构的。重复一下，这正是方法论的相对主义。

问：除此之外，您还想对科学哲学家提出哪些建议呢？

答：我已经提议，如果某些科学哲学采纳某些社会学的方法，可能会使科学哲学更有说服力。某些科学哲学家可能会走进实验室。这样做，他们会发现提出新的问题并用新的方式回答这些问题不是一件容易的事。但是，没有任何一种革命是轻而易举的。

我想通过下列方式来总结我所说的内容:相对主义(社会建构论)与实在论之间的争论,当作为一个哲学问题来考虑时,是无法解决的。但是,哲学问题本身是思维习惯(habits of thought)。正如维特根斯坦向我们指出的那样,有时,看起来似乎难以解决的哲学问题,实际上是"无意义的语言"问题。相对主义和实在论之间的争论,可能是,也可能不是无意义的语言问题。但是,可以确定,我们在这里生活得太久了,现在,有必要进行洗脑。方法论的相对主义就是一种洗脑方式。在一种意义上,它是相对主义与实在论之间的一条中间道路。但是,在另一种意义上,它把我们带到了另一个从根本上关注实践——关注我们如何进行分析的地方。当然,最终,这一新的行为方式将会使我们思考不同的问题:我们将更少地沉迷于实在论与相对主义的逻辑,更多地关注它们的用法。

哲学家利用方法论的相对主义可以做两件事。第一,他们可以讨论方法论的相对主义及其结果。我认为这是有价值的。但是,存在的问题是,人们要想加深对某物的理解,必须参与到其中。我们已经知道这一点:实际上,我们要想理解我们想熟悉的一种语言,就必须与当地人交谈。通过类推,我们知道,我们越能实行一种实践,就越能理解那种实践。当然,所有的生活都是一种妥协(不管人们试图在多大程度上低估这种妥协),当科学社会学家研究科学时,他们也在作出一种妥协。例如,当我研究引力波的探测时,我不是进行探测引力波的研究,而仅仅是尽可能地用许多年的时间与探测引力波的一群人待在一起,尽我最大所能来分享他们的生活。我只是以这种方式获得互动的专业知识,这种互动的专业知识,足以对科学家的世界作出很好的分析。但是,却不足以使这个世界代代相传。哲学家通过研究社会学家的著作,能够获得我们所谓的"第一手资料的知识";他们通过与社会学家的详细讨论,能够得到互动的专业知识;但是,要想在某种程度上把这种知识一代一代地吸收到哲学实践中,他们必须获得可贡献的专业知识。这正是为什么我说,如果每一个哲学系最好都有一些人真的进行科学知识社会学的研究,才能通过未来的下一代科学哲学家,以一种永久的方式,真正理解这种实践。

学习科学知识社会学家的实践并非易事。就像学习其他实践一样,需要一个学徒期,不只是阅读。至少要学会六种技巧。

第一种技巧是如何选择社会学的研究项目。就我所知,有些社会学家不知道如何挑选好的项目——人们能马上看到,他们的项目根本不会导致

令人感兴趣的结果。在这里,我不举例,因为我不希望得罪我的同事。

第二种技巧是一旦确立了研究项目,如何获得进入科学领域的突破口。有点害羞或唯命是从的人,将不可能劝说科学家接纳他们。或者说,如果他们确实有机会与科学家谈话,他们除了只能听到科学家对自己神秘领域的描述之外,不可能有其他任何收获——科学家相信他们专业的运行方式。关键在于,能够很有力地向科学家自己表达世界的方式提出挑战,以使他们愿意谈论所隐藏的谎言。通常,他们自己认识不到这一点,这正是科学社会学的作用所在——深入到表面描述的背后。

第三种技巧是知道如何描述你所看到的事,即使它与你认为你将会看到的事不相称。我所研究的项目,几乎没有一项产生我所寻找的结果。例如,在 TEA 激光器项目中,当我宣布研究这个项目时,我根本没有料到我将会讨论人们认为很重要的意会知识(tacit knowledge)。在我的庞大的引力波研究中,所有的研究结果都是在研究过程中出现的。只是原定的计划,即把引力波的最终发现与所有的失败进行比较,还没有得以实现。重要的技巧是,还没有确定你要寻找什么时就有勇气深入到这个领域,而且,还会获得某些有趣的结果。我们能够从暗箱中获得一种隐喻:在这类研究中,重要的是随时准备根据经验改变自己的研究方向。

第四种技巧与第三种技巧相关,这种技巧是,当一个项目出错时,知道做些什么。我认为,我曾经研究的每一个项目都不同程度地出过错。就像我在研究非结晶形半导体(amorphous semi-conductors)理论中遇到的情形一样,当事情变得很糟糕时,人们必须知道何时放弃这项工作。在这个项目中,我只进行了 13 个小时的访问之后便必须承认,除了无关紧要的方面之外,自己无法充分地理解科学而来完成任何方面的社会学研究;另一方面,如果事情的失败不是非常极端,这可能是一个有利条件,因为它迫使人们进行严密反思,而且,通常会出现新的和更好的研究结果。我曾被迫提出像实验者的回归和多形态/单形态行为的区分之类的观念,因为我在第一次设想和着手研究这个项目时曾犯过严重的错误。然而,在这些情形中,与放弃这个项目相比,最好是转向一个新方向的研究项目。或者,找到对初看起来是灾难性问题的一个解决方案。知道如何与何时接受哪个进程是经验问题,学习如何作出决定和调整是学习技巧的问题。

第五种技巧是知道在相对主义的意义上分析什么,并把什么看成是世界的一个确定部分,以便提出与常识相反的观念。

第六种技巧是撰写研究计划。根据对经验的了解，懂得在一篇论文或一本书中如何和何时引用所记录的材料。知道如何写作，也是初学者不了解的事：至关重要的是立即开始写作，即使当时你没有确定你最终会写出什么。这是因为思考和写作是同一过程的两个方面。有时，你认为你有一个好的想法，或者，对你所看到的事情有一个明确的描述。但是当你试图写下来时，你发现很难进行下去，你无法对它进行一致的说明。这类似于数学证明的过程，直到你把证明过程写出来之后，才进行了证明。因此，写作技巧反映了对前五种技巧的支持。只有通过写作，你才有可能发现你的整个项目是无价值的；只有通过写作，你才有可能发现你没有完全深入到这个领域中去；正是写作可以向你表明，你最初的问题概念是错误的；正是写作能够向你表明，你消除错误的方案是否令人满意；正是通过写作，你发现你的分析是太简单还是太详细，甚至是无用的。由于所有这些理由，试图首先进行实地考察，最终作为如何研究一个项目的标准模型把它写下来，这可能是一场灾难。最后，在 SSK（科学知识社会学）的简明扼要的英语著作中，有着某种传统。这是一种很难掌握的技巧，即使对于以英语为母语的人来说，也是如此。

问：您关于专业知识的研究，在哪些方面与这一点相符合呢？

答：关于专业知识的研究是与相对主义—实在论的争论相垂直的（orthogonal）另一个方向。我们已经着手进行被称为专业知识和经验研究的项目——我们在“科学的第三次浪潮”一文中称为 SEE。

我相信，我们必须理解专业知识，这是一个迫在眉睫的问题。专业知识的新的哲学/社会学（在这里，其实哲学与社会学没有区别），应该不同于从前的研究进路：即既研究精通的专业知识（perfect expertise），也研究不太精通的专业知识。这是至关重要的，因为科学越来越面对公众的不太精通的专业知识，而且这是不可完全忽视的。我们需要知道哪类专业知识是很不全面的科学的专业知识，也需要讨论其应用。在卡迪夫，我们已经着手以新的方式思考和研究专业知识。新的思考开始于我前面讨论并得出“专业知识周期表”的互动的专业知识与可贡献的专业知识之间的区分，但是，我必须强调，这只是项目的开始。现在，我们必须试图理解专业知识的所有类型和用法。这既是一项哲学项目，也是一项社会学项目。

理解所有这些专业知识是一件大事。因此，互动的专业知识是主要的

新范畴,但是,我们只是刚开始理解它。互动的专业知识不只对社会学家重要,而且在许多方面都很重要。例如,专业读者需要互动的专业知识。它也是不同专业领域内的科学家,包括那些对大的科学项目——例如引力波的探测——作出贡献的科学家之间的交流媒介。因此,在2003年,一位了解我的工作的引力波科学家,对我写下了下列一段话:

> 当我们慎思一个物理学会议时,除了一帮人具有不同的技巧、个性、历史、弱点、技术成就、作用、雄心……之外,我们对许多科学家不理解,在我们参加进行互动的会议之前,我们多次见到过这些人,而且,期望以后有更多的机会见到他们……当用这种事实进行衡量时,我们所有人都是共同体的一个组成部分。正如你现在所知道的那样……我们在"数学"方面的技巧,以及建构我们学科的其他观念方面的技巧,都有很大的变化范围。但是,有如此多的技巧使事件正常发展,以至于关键的贡献者通常会难以对什么是基本的技巧作出推测……"互动的专业知识"是我们每一个人在自己的工作中都具有的。

正如我们所看到的那样,正是互动的专业知识,使得人们有可能共同承担大的科学项目,而且,有可能进行真正的跨学科研究。更令人惊奇的是,互动的专业知识通常是同行评论的媒介!

我们正在卡迪夫进行某些实验,来帮助我们更好地理解互动的专业知识。我们正在试图发现,当我们谈论互动的专业知识和可贡献的专业知识时,是否有可能说出它们之间的区别。为了做到这一点,我们玩所谓的"模仿游戏"。我们假设,色盲即使无法区别颜色,但在辨别颜色方面,具有几乎完美的互动的专业知识,因为他们是被用语言表达颜色的人培养成人的。于是我们假设,他们应该有能力像不是色盲的人一样谈论颜色,也应该有能力假装成为能够分辨颜色的人。另一方面,我们假设,不能立即感知音符音高的那些人,将没有能力假装成为能感知音符音高的极少数人(能听出"正确音高"的那些人)。我们正在通过评价生活在偏远地方的人用计算机键盘键入的问题,来检验我们的假设,而且通过他们键入问题的答案,尝试着得出是谁在打字。到目前为止,这种实验似乎支持了我们的假设,我们也希望不久发表一篇描述这项工作的论文。我们为什么做这些实验呢?因为人们要想完全确信一种观念,必须让这种观念发挥作用。

问：如此看来，究竟是存在着两种文化，还是存在着一种文化呢？

答：当我们远离逻辑问题或程序问题，而转向关于生活方式或文化问题时，我们会明白，存在着观察世界的特殊的科学方式和非科学方式。但是，不存在斯诺认为的两种文化。首先，观察世界的科学方式远比斯诺想象的更适用。举例来说，在运用主观方法的社会学中，我所定义的科学进路适用于解释案例研究。我所说的科学文化并不是通过科学论证和实验的严密性、复杂性和客观性来描绘的；科学方法与其他认知方式很相似。不过，我们所认为的科学态度仍然是独特的，具有做好工作的完整性；具有以真理为目标的意义，即使真理是不可能发现的；具有向他人作出解释的义务；具有在不妥协的前提下，思考和表达新的和非正统思想的自由；具有清楚明白地说明自身的意向；以及尊重经验和专业知识。其中的某些方面只是好的专业知识，但是，当一个人把它们全部加在一起时，他就得到了获取知识的进路。尽管无法用任何一种逻辑方式证明这条进路是最好的，但它是一种好的道德。很难证明什么是好的道德，因此我只是说，如果一个人不明白获得新知识的这条进路是一种好的方式，那么，他们的感觉就有点错误。允许我指出，这个定义使许多哲学家走进科学家的生活。它也使许多其他哲学家和社会学家走进非科学家的生活。有些学者，不关心明确地写出和表达他们的思想，而是喜欢通过信徒的聚集获得名誉，这些信徒热心于阐述所设计的模糊陈述的意义。我们根本不可能确保我们的作品和格言会是同样可解释的，但是，我们有意试图只提出一种可利用的解释，不管这种解释是否通俗，它对科学实践是十分关键的。